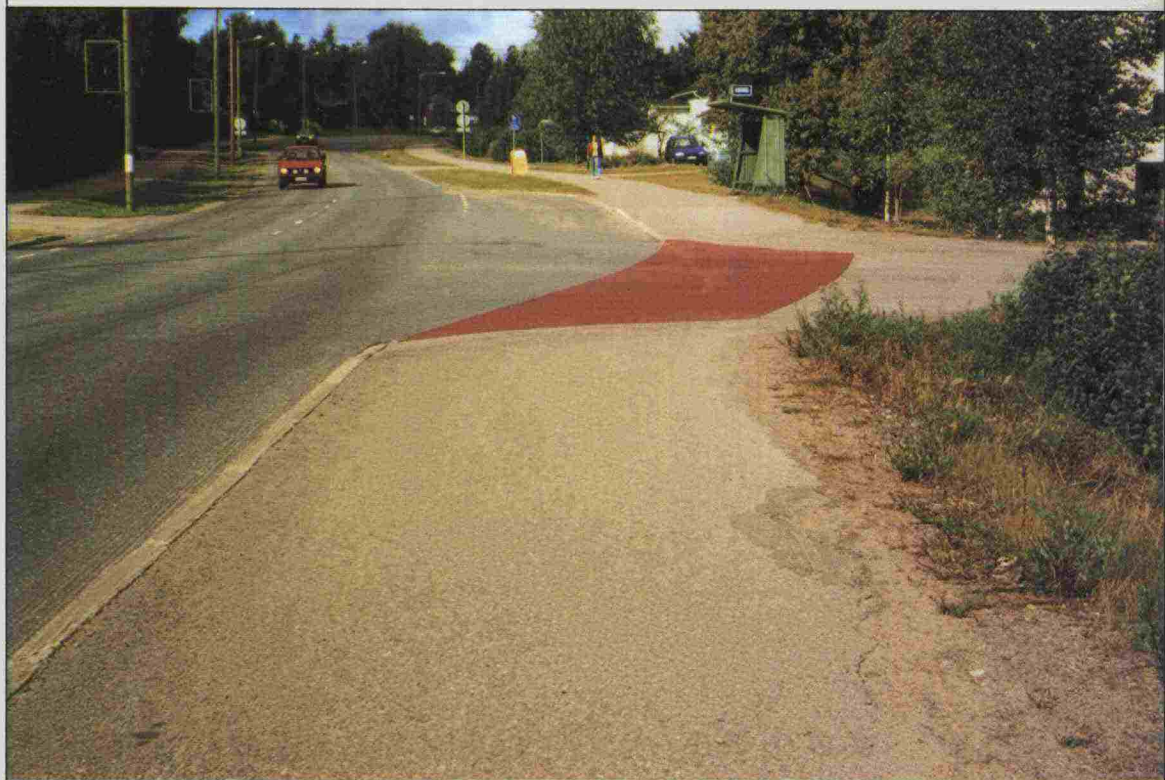


# Liittymien muutostoimenpiteiden vaikutus liikennekäyttäytymiseen

Pyöräteiden ylityskohdat



Tielaitoksen  
selvityksiä  
4/1996

Helsinki 1996

Kehittämiskeskus

Tielaitoksen selvityksiä  
4/1996

Sini Puntanen

## **Liittymien muutostoimenpiteiden vaikutus liikennekäyttämiseen**

Pyöräteiden ylityskohdat

**Tielaitos**  
Kehittämiskeskus

Helsinki 1996



ISSN 0788-3722  
ISBN 951-726-182-9  
TIEL 3200373  
Oy Edita Ab  
Helsinki 1996

Julkaisun kustannus ja myynti:  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotepalvelut  
Telefax (90) 1487 2652

Joutsenmerkin arvoinen paperi

**Tielaitos**  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 148 721

**PUNTANEN, Sini: Liittymien muutostoimenpiteiden vaikutus liikennekäyttäytymiseen - Pyöräteiden ylityskohdat** [Effekten av förändringar i korsningar på trafikbeteendet - Cykelvägskorsningar, The effect of layout change at intersections on traffic behaviour - Bicycle-crossings]. Helsinki 1996. Tielaitos, kehittämis-keskus. Tielaitoksen selvityksiä 4/1996, 100 s. + liitt.10 s., TIEL 3200373, ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-182-9.

**Aiheluokka** 113, 21

**Asiasanat** kevyt liikenne, pyöräilijät, liittymät, liikennetutkimukset, tutkimusmenetelmät

## TIIVISTELMÄ

Liikenneympäristöön tehtävien teknisten toimenpiteiden vaikutuksia ei läheskään aina tutkita. Sekä uusia että perinteisiä ratkaisuja käytetään tietämättä, kuinka ne loppujen lopuksi vaikuttavat liikennöitävyyteen. Toimenpiteiden vaikutusten tutkimiseen voidaan soveltaa erilaisia liikennekäyttäytymisen tutkimusmenetelmiä.

Onnettomuuksiin liittyviä liikennekäyttäytymisen tutkimusmenetelmiä ovat tilastolliset tutkimukset ja onnettomuuksien tapaustutkimukset. Konfliktitutkimuksissa tarkastellaan lähes onnettomuuksiin johtaneita liikennetilanteita. Tarkkailututkimuksissa havainnoidaan erilaisia liikennetapahtumia ja osallisten käyttäytymispiirteitä niissä. Tienkäyttäjien asenteita ja arvostuksia kartoitetaan haastattelu- ja kyselytutkimuksin. Muita liikennekäyttäytymisen tutkimusmenetelmiä ovat riskianalyysi, liikennetilanteiden simulointi ja kokeelliset tutkimukset. Tutkimusten tausta-aineistoa kerätään liikennelaskennoilla ja nopeustutkimuksilla. Liikennekäyttäytymistutkimusten perusteella voidaan kehittää liikennekäyttäytymisen teoriaa ja malleja.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kevyen liikenteen ylityskohtia valo-ohjaamattomissa liittymissä erilaisilla kevyen liikenteen väylän merkintäratkaisuilla. Värillisen päällysteen vaikutuksia autoilijan ja pyöräilijän käyttäytymiseen tarkasteltiin neljässä liittymässä, polkupyöräsymbolein merkityn pyörätienjatkeen yhdessä liittymässä ja väistämisviivan yhdessä liittymässä. Tutkimus tehtiin ennen - jälkeen-tarkkailututkimuksena videonauhoitusta apuna käyttäen. Pyöräilijän käyttäytymisestä huomioitiin keskinopeus, mahdollinen pysähtyminen, polkeminen sekä huomion kohdistaminen liittymään tullessa. Autoilijan käyttäytymisestä havainnoitiin huomion kohdistuminen, mahdollinen pysähtyminen ja pysähtymispaikka sekä keskinopeus liittymään tullessa.

Värillisen päällysteen vaikutuksia tutkittaessa tulokset eivät ole olleet yksiselitteisiä. Vaikutus liikenneturvallisuuteen on ollut vähäinen tai sitä ei ole ollut lainkaan. Nyt tutkituista neljästä kohteesta kahdessa havaittiin värillisen päällysteen vaikutuksesta pyöräilijöiden käyttäytyvän huolettomammin liittymään tullessaan. Toisaalta kolmessa kohteessa heidän tarkkaavaisuutensa pääväylän autoilijoita kohtaan lisääntyi. Tutkimusaineiston perusteella ei voida varmasti sanoa värillisen päällysteen lisänneen autoilijoiden tarkkaavaisuutta, vaikka yhdessä kohteessa näin kävikin. Myös pyöräliikenteen sujuvuus parantui tässä tutkimuskohteessa, koska autoilijat pysähtyivät harvemmin kevyen liikenteen väylän päälle.

Sekä polkupyöräsymbolien tutkimuskohteessa että väistämisviivan tutkimuskohteessa pyöräliikenteen sujuvuus parantui, koska autoilijat pysähtyivät harvemmin kevyen liikenteen väylän päälle. Autoilijat pysähtyivät aikaisempaa useammin, joten liikennehavaintojen tekoon käytettävä aika lisääntyi. Autoilijan huomion kohdistamiseen ratkaisut eivät tutkimusaineiston perusteella vaikuttaneet.

Key words bicycle traffic, cyclists, intersections, traffic study, method

## ABSTRACT

The impact of technical measures on the traffic environment are not always studied. New and traditional solutions are used without information on their effects on trafficability. The effects can be studied using several methods of road user behaviour research.

Statistical analysis and accident case studies are based on traffic accidents. Conflict study observes events nearly resulting in accidents. Observation study monitors events in traffic flow and road user behaviour in these events. The opinions and attitudes of road users are surveyed with interviews and questionnaires. Other methods of road user behaviour research are risk analysis, the simulation of traffic events, empirical study, and the development of theories and models. Background information on traffic flow is collected through traffic counts and speed studies.

In this study three different markings of bicycle paths in an intersection area in unsignalled intersections were studied. The study was carried out as a before-and-after observation study using video monitoring. The studied cyclist behaviour features were: speed before the intersection, stopping before the intersection or not, pedalling before the intersection or not and the directions of the cyclist's attention. The studied features of the behaviour of car drivers were: speed before the intersection, possible stops before the intersection including their locations and the directions of the driver's attention.

The effect of coloured pavement has not been clarified by former studies. The effect on traffic safety has been small or non-existent. In two of the four cases studied coloured pavement resulted in more careless behaviour of cyclist when coming to the intersection. In spite of that the attentiveness of cyclists increased towards the users of the main road in three cases. Higher attentiveness of car drivers can not be proved with this material, even if this kind of behaviour was found in one intersection. The fluency of bicycle traffic increased in this intersection too, because the car drivers did not stop on the bicycle path in the intersection area as frequently as before-situation.

Both when bicycle symbols were used and with give-way line, the fluency of bicycle traffic increased, because the car drivers stopped less frequently on the bicycle path in the intersection area. The car drivers also stopped more often, increasing their time for observing traffic. The markings had no effect on the attentiveness of car drivers.



## ALKUSANAT

Tielaitoksen "Pyöräliikenteen turvallisuus ja ohjeet" -projektin tavoitteena on selvittää pyöräilijöiden liikenneturvallisuuteen ja ajomukavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Projektissa on useita osaprojekteja, joilla pyritään löytämään pyörateiden sijoituksen, mitoituksen, detaljiratkaisujen ja merkitsemisen kannalta tekijöitä, joilla voidaan vaikuttaa pyöräilijöiden ja autoilijoiden turvalliseen käyttäytymiseen mm. pyörätien ja ajoradan ylityskohdassa. Tavoitteena on myös etsiä keinoja parantaa kevyen liikenteen palvelutasoa ja mukavuutta.

Tässä osaprojektissa tarkasteltiin kevyen liikenteen ylityskohtia valo-ohjaamattomissa liittymissä erilaisilla kevyen liikenteen väylän merkintäratkaisuilla. Värillisen päällysteen vaikutuksia autoilijan ja pyöräilijän käyttäytymiseen tarkasteltiin neljässä liittymässä, polkupyöräsymbolein merkityn pyörätienjatkeen vaikutuksia yhdessä liittymässä sekä väistämisviivan vaikutuksia yhdessä liittymässä. Lisäksi tarkasteltiin erilaisia liikennekäyttäytymisen tutkimusmenetelmiä.

Selvitys on tehty Tampereen teknillisen korkeakoulun liikenne- ja kuljetustekniikan laitoksella tielaitoksen kehittämiskeskuksen toimeksiannosta. Työn on tehnyt diplomityönään tekn.yo Sini Puntanen. Sitä ovat ohjanneet apul.prof. Jorma Mäntynen Tampereen teknillisestä korkeakoulusta ja dipl.ins. Ari Liimatainen tielaitoksesta.

Helsingissä tammikuussa 1996

*Tielaitos  
kehittämiskeskus*



|  |    |
|--|----|
| Sisältö  | 6  |
| 1 JOHDANTO   | 9  |
| 2 LIIKENNEKÄYTTÄYTYMISEN TUTKIMUSMENETELMIÄ            | 10 |
| 2.1 Yleistä  | 10 |
| 2.2 Onnettomuuksiin perustuvat tutkimukset             | 11 |
| 2.2.1 Onnettomuustilastot ja tilastolliset tutkimukset | 11 |
| 2.2.2 Onnettomuuksien tapaustutkimukset                | 14 |
| 2.3 Konfliktitutkimukset                               | 15 |
| 2.3.1 Yleistä  | 15 |
| 2.3.2 Tanskalaisia kokemuksia konfliktitutkimuksista   | 16 |
| 2.4 Tarkkailututkimukset                               | 19 |
| 2.4.1 Yleistä  | 19 |
| 2.4.2 Yksittäisten tienkäyttäjien tarkkailu            | 21 |
| 2.4.3 Vuorovaikutustilanteiden tarkkailu               | 25 |
| 2.5 Haastattelu- ja kyselytutkimukset                  | 28 |
| 2.6 Riskianalyysi                                      | 29 |
| 2.7 Muita tutkimusmenetelmiä                           | 30 |
| 2.7.1 Liikennetilanteiden simulointi                   | 30 |
| 2.7.2 Kokeelliset tutkimukset                          | 31 |
| 2.7.3 Teorioiden ja mallien kehittäminen               | 33 |
| 2.8 Liikenneteknisen tiedon hankinta                   | 33 |
| 2.8.1 Liikennelaskennat                                | 33 |
| 2.8.2 Nopeustutkimukset                                | 33 |
| 3 TUTKIMUSKOhteet JA TUTKITTAVAT MUUTOSTOIMENPITEET    | 34 |
| 3.1 Lähtökohtia  | 34 |
| 3.2 Värillinen päällyste                               | 37 |
| 3.2.1 Värillisen päällysteen käyttö                    | 37 |
| 3.2.2 Piikkiö  | 39 |
| 3.2.3 Halikko  | 42 |
| 3.2.4 Ylöjärvi   | 45 |
| 3.2.5 Kyröskoski                                       | 48 |
| 3.3 Polkupyöräsymbolein merkitty pyörätienjatke        | 51 |
| 3.3.1 Polkupyöräsymbolien käyttö                       | 51 |
| 3.3.2 Lempäälä   | 51 |
| 3.4 Väistämisviiva                                     | 55 |
| 3.4.1 Väistämisviivan käyttö                           | 55 |
| 3.4.2 Kaarina  | 56 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4     | TUTKIMUSMETODI                                   | 60  |
| 4.1   | Kokeellisen asetelman muodostaminen              | 60  |
| 4.1.1 | Yleistä  | 60  |
| 4.1.2 | Tilastolliset kokeet                             | 60  |
| 4.1.3 | Ennen - jälkeen-koe vertailuaineiston kanssa     | 61  |
| 4.1.4 | Ennen - jälkeen-tutkimus ilman vertailuaineistoa | 63  |
| 4.1.5 | On - ei-vertailu                                 | 63  |
| 4.1.6 | Tilastolliset yhteisvaikutusanalyysit            | 64  |
| 4.1.7 | Tutkimuksessa käytetty metodi                    | 65  |
| 4.2   | Videokuvaukset                                   | 66  |
| 4.3   | Aineiston analysointi                            | 69  |
| 5     | TULOKSET   | 72  |
| 5.1   | Yleistä  | 72  |
| 5.2   | Värillinen päällyste                             | 73  |
| 5.3   | Polkupyöräsymbolein merkitty pyörätienjatke      | 85  |
| 5.4   | Väistämisviiva                                   | 88  |
| 5.5   | Tulosten arviointia                              | 91  |
| 6     | JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO                     | 94  |
| 6.1   | Metodin soveltuvuus                              | 94  |
| 6.2   | Toimenpiteiden vaikutukset                       | 96  |
| 7     | KIRJALLISUUSLUETTELO                             | 97  |
| 8     | LIITTEET   | 101 |

## 1 JOHDANTO

Liikenneympäristöön tehtävien teknisten toimenpiteiden vaikutuksia ei läheskään aina tutkita. Sekä uusia että perinteisiä ratkaisuja käytetään tietämättä, kuinka ne loppujen lopuksi vaikuttavat liikennöitävyyteen. Liikennöitävyys on tienkäyttäjän kannalta tarkasteltu ajo- tai liikkumisolojen mitta, johon vaikuttavat nopeus, matka-aika, liikkumis- ja ajotoimintojen vapaus, liikenteen häiriöt, mukavuus ja turvallisuus.

Toimenpiteiden vaikutusten tutkimiseen voidaan soveltaa erilaisia liikennekäyttäytymisen tutkimusmenetelmiä. Liikenteen ja liikennekäyttäytymisen piirteiden lukuisuuden vuoksi yksittäisen toimenpiteen vaikutuksia voi olla vaikea erottaa useiden eri tekijöiden yhteisvaikutuksesta.

Tässä tutkimuksessa on pyritty kartoittamaan erilaisia liikennekäyttäytymisen tutkimusmenetelmiä ja niiden sovellusalueita. Menetelmät on esitelty sovellusesimerkkeineen luvussa 2.

Case-tapauksena on tutkittu kolmen pienen teknisen toimenpiteen vaikutusta autoilijoiden ja pyöräilijöiden käyttäytymiseen. Toimenpiteet olivat erilaisia kevyen liikenteen väylän merkintäratkaisuja valo-ohjaamattomissa liittymissä ja tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella niiden vaikutuksia liikennöitävyyteen. Tarkasteltavat toimenpiteet ja tutkimuskohteet on esitelty luvussa 3.

Tutkimuksessa sovellettiin ennen - jälkeen-tarkkailututkimusta, jonka aineisto kerättiin käyttämällä apuvälineenä videonauhoitusta. Käytetty metodi on esitelty luvussa 4 ja tutkimuksen tulokset kohteittain luvussa 5.

Luvussa 6 on arvioitu menetelmän soveltuvuutta ja muutostoimenpiteiden vaikutuksia paneutuen myös niiden edelleen kehittämiseen.



## 2 LIIKENNEKÄYTTÄYTYMISEN TUTKIMUSMENETELMIÄ

### 2.1 Yleistä

Liikennepsykologia on alusta alkaen kiinnittänyt päähuomionsa tienkäyttäjän toimintaan liikenteessä. Liikennepsykologian tutkimusmenetelmiä ovat olleet haastattelu, mielipiteiden ilmaisut sekä erilaiset fysiologiset ja psykologiset mittaukset. Yleinen lähtökohta on, että ihmisestä saadaan tietoa vain asettamalla hänet erilaisiin liikennetilanteisiin ja tutkimalla, miten hän niissä käyttäytyy. Tämän perusteella on pääteltävissä, minkälaisia periaatteita ja lainmukaisuuksia ihmisen toiminta noudattaa. (Häkkinen & Luoma 1991)

Tutkimuksen kohteena voi olla pelkkä käyttäytymisen tai sen muutoksen kuvaaminen, mutta tavallisesti pyritään selittämään myös käyttäytymisen tai sen muutoksen syitä (Häkkinen & Luoma 1991). Liikennekäyttäytymistä tutkimalla voidaan arvioida liikennejärjestelmän sujuvuutta, liikennöitävyyttä ja turvallisuutta.

Tietynlainen käyttäytyminen tai sen puuttuminen voi olla yksi linkki onnettomuuteen johtavien tapahtumien ketjussa. Usein se on ratkaiseva muuttuja, joka panee liikkeelle kehityksen vakavaa konfliktia tai onnettomuutta kohti. Syiden analysointi, kuten syvä onnettomuustutkimus ja konfliktitutkimus voivat yksilöidä tätä käyttäytymistä. Myös toisenlainen käyttäytyminen voi, enemmän välillisesti, myötävaikuttaa onnettomuuksien määrään. Näitä ovat esimerkiksi yksilön liikennemuodon valinta sekä reitin valinta. (Linderholm 1992)

Useimmat liikenneonnettomuudet johtuvat yhden tai useamman tienkäyttäjän käyttäytymisestä. Voidaankin siis olettaa, että tienkäyttäjien käyttäytymisen tunteminen voi parantaa liikenneturvallisuutta edistävien toimenpiteiden valintaa. Tuntematta tätä käyttäytymistietoa, tehokkaita liikenneturvallisuustoimenpiteitä tuskin löydetään. (Noordzij 1988)

Ihmisen itsensä eri liikennetilanteissa kokemat elämykset kuten onnettomuusriski, yksitoikkoisuus, väsymys, vauhdin hurma tai toisten yllätyksellinen käyttäytyminen ovat perustana hänen käsityksilleen liikenteen joustavuudesta ja turvallisuudesta. Niistä on mahdollista saada tietoa kyselyillä ja haastatteluilla. (Häkkinen & Luoma 1991)



Toisen ääripään mahdollisuuksia ovat fysiologiset, biokemialliset ja psyko-fysiologiset mittaukset. Kehon lämpötila, sydämen sykintätaajuus ja lihasjännitysten mittaaminen ilmaisevat ihmisen fysiologista tilaa ja sen muutoksia eri liikennetilanteissa. Psykofysiologisista mittauksista aivosähkökäyrä, ihon sähkövastuksessa tapahtuvat sekä valon värähtelytaajuuden havaitsemisessa ilmenevät muutokset osoittavat muun muassa viireys- ja tunnetilassa tapahtuvia muutoksia. (Häkkinen & Luoma 1991)

Edellä mainittuja menetelmiä on käytetty kuljettajan reaktioiden mittaamiseen, mutta niiden merkitys on ollut suhteellisen vähäinen ja tulkinta vaikeaa. Valtaosa liikennekäyttäytymisen tarkkailusta ja mittaamisesta tapahtuu edelleen ihmisen ulkopuolelta, varsinaisen toiminnan analysointina. Nopeus- ja ajolinjamittaukset, liikennelaskennat, tienkäyttäjien toiminnan tarkkailu, virheiden rekisteröinti jne. tapahtuvat tavanomaisessa liikenteessä; ajokokeiden ja simulaattorien käyttö sekä erilaisten liikennetilanteiden järjestäminen kokeellisissa tilanteissa; psykologiset testit, haastattelut ja kyselyt liikenteen ulkopuolella. (Häkkinen & Luoma 1991)

Kun jonkin liikenneympäristön muutostoimenpiteen vaikutuksia tarkastellaan, on mahdollista käyttää yhtäaikaaisesti useampia eri menetelmiä. Lienee itsestään selvää, että vaikutuksista saadaan todellisempi kuva, jos sitä tarkastellaan useammalla tavalla.

Käyttäytymistutkimusten ongelmana on, kuinka saadut tulokset voidaan hyödyntää niin, että ne ehkäisevät onnettomuuksia. Ongelmana on myös käyttäytymisen kuvailu- ja tutkimustapojen lukuisuus. (Noordzij 1988)

## **2.2 Onnettomuuksiin perustuvat tutkimukset**

### **2.2.1 Onnettomuustilastot ja tilastolliset tutkimukset**

Liikennekäyttäytymistä voidaan tarkastella onnettomuustilastojen valossa, jolloin tutkitaan jo tapahtuneita onnettomuuksia.

Suomessa tärkeimmät onnettomuustilastot perustuvat poliisin keräämiin onnettomuustietoihin. Virallisen tilaston pitää Tilastokeskus sekä tienpitäjät eli tielaitos ja kunnat saavat poliisilta tiedot onnettomuuksista. Vakuutusyhtiöt saavat tietoja onnettomuuksista liikennevahinkojen korvauskäsittelyn yhteydessä. Tietoja henkilövahingoista on mahdollista saada myös sairaaloiden potilastilastoista. (Mäntynen & Kalenoja 1992)

Tilastokeskus kerää kaikki poliisin raportoimat onnettomuustiedot, mutta varsinaiseen onnettomuustiedostoon viedään vain henkilövahinko-onnettomuudet sekä omaisuusvahinko-onnettomuuksista alkoholitapaukset. (Mäntynen & Kalenoja 1992)

Tielaitoksen tilasto perustuu poliisin raportteihin ja se sisältää vain yleisten teiden onnettomuudet. Erityistä huomiota siinä kiinnitetään onnettomuuspaikan tarkkaan sijaintiin; näin voidaan tehdä tieosa- ja liittymäkohtaisia turvallisuustarkasteluja. (Mäntynen & Kalenoja 1992)

Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta (VALT) julkaisee vuosittain vakuutuksenottajien tekemiin vahinkoilmoituksiin perustuvan vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilaston. (Mäntynen & Kalenoja 1992)

Liikenneturva julkaisee vuosittain tieliikenneonnettomuuksia koskevan raportin. Se perustuu poliisin Tilastokeskukselle toimittamiin onnettomuustietoihin ja sisältää yleensä onnettomuuden seurauksia, tapahtumaolosuh-teita ja osallisia koskevia tietoja sekä kansainvälistä vertailua. (Mäntynen & Kalenoja 1992)

Monet kunnat pitävät itse tilastoa alueellaan tapahtuneista liikenneonnettomuuksista omaa liikenneturvallisuustyötään varten. Kuntien tilastot perustuvat poliisin tekemiin onnettomuusilmoituksiin. Myös poliisi voi pitää omia alueellisia onnettomuustilastoja toimintaansa varten. Sairaalat ja terveyskeskukset tilastoivat onnettomuustapaukset, mutta kerättävät tiedot on tarkoitettu lähinnä terveydenhuoltoa varten. Niitä ei laajamittaisesti ole käytetty hyväksi liikenneturvallisuustyössä. (Mäntynen & Kalenoja 1992)

Tilastojen avulla saadaan käsitys liikenneturvallisuusongelman laajuudesta, sen jakautumisesta alueittain ja yhdyskunnittain, vuodenaikojen ja vuorokaudenaikojen vaihteluista sekä muutoksista vuosittain. Tilastot osoittavat myös, mitkä laaja-alaisesti vaikuttavat tekijät (esimerkiksi liikennesuorite, nopeusrajoitukset ja olennaiset lainsäädännön muutokset) lisäävät tai vähentävät onnettomuuksien todennäköisyyttä. (Häkkinen & Luoma 1991)

Tilastojen avulla ei sen sijaan yleensä päästä niin yksityiskohtaisiin tietoihin, että täsmälliset torjuntatoimet olisivat mahdollisia. Tienkäyttäjien toiminnan luonteesta ja siihen vaikuttamisesta ei myöskään saada riittävästi tietoa. Ongelmana on myös se, etteivät läheskään kaikki onnettomuudet tule mukaan tilastoihin. Varsinkin seurauksiltaan lievät onnettomuudet jäävät tilastojen ulkopuolelle, koska niitä ei tarvitse ilmoittaa poliisille eikä niistä aina haeta korvausta vakuutuksen perusteella. (Häkkinen & Luoma 1991)



Onnettomuustilastoihin perustuviin ennen - jälkeen-tutkimuksiin ja niiden tulosten tulkintaan liittyy epävarmuustekijöitä ja tulkintaongelmia. Esimerkiksi onnettomuustilastojen painotuksista johtuen tilastot eivät ole aina yhdenmukaisia ja kattavia. Jonkin muutostoimenpiteen näennäinen vaikutus saattaakin johtua onnettomuustilaston sisällöstä: joissakin tilastoissa suuri osa tapauksista on lieviä materiaalihinkoja, toisissa taas henkilövahinkoonnettomuuksia. (Johannessen 1982)

Useimmilla liikenneympäristön muutostoimenpiteillä on suuri vähentävä vaikutus tietyn tyyppisiin onnettomuuksiin. Toisentyyppeihin ne ehkä eivät juuri vaikuta tai saattavat jopa lisätä niitä. Esimerkiksi liikennevalot yleensä vähentävät risteämisonnettomuuksia, mutta peräänajot lisääntyvät. Arvioitaessa eri toimenpiteiden vaikutuksia onnettomuustilastojen perusteella on siksi erittäin tärkeää tietää, miten onnettomuudet jakautuvat eri tyyppeihin ennen toimenpiteen toteuttamista. (Johannessen 1982)

Liikenneympäristöä muutetaan usein onnettomuuksien kasaantumiskohdissa. Sellaisissa paikoissa esiintyy monesti erityisiä paikallisia tekijöitä, jotka voidaan poistaa. Tällöin saadaan poikkeuksellisen suuria onnettomuuksien vähenemisprosentteja. Tuloksia ei näin ollen voida yleistää koskemaan sellaisia kohteita, joiden onnettomuusmäärät ovat alhaiset. (Johannessen 1982)

Mikäli ne kohteet, joissa muutokset toteutetaan, valitaan yhden tai kahden vuoden korkeiden onnettomuuslukujen perusteella, on osa todetusta onnettomuuksien vähentämisestä valevaikutusta, joka aiheutuu pelkästään tilastollisista seikoista. Tämä regressiovaikutus johtuu siitä, että osassa valituista kohteista korkea onnettomuusmäärä aiheutuu sattumasta, ts. onnettomuusluvut sattumanvaraisesti vaihtelevat vuodesta toiseen keskiarvon molemmin puolin. (Johannessen 1982)

Liikenneonnettomuuksien ennen - jälkeen-tutkimukset käsittävät usein 6-8 vuoden jakson. Tutkitun toimenpiteen lisäksi ovat muut tekijät, kuten lisääntynyt turvavöiden käyttö, ajovalojen käyttö, sääolosuhteiden vaihtelut jne., saattaneet vaikuttaa onnettomuuksien määrään. (Johannessen 1982)

Liikenneonnettomuuksien puuttuessa jonkin tietyn tienkohdan onnettomuushistoriasta ei pidä automaattisesti ajatella teknisen ratkaisun olevan hyvä, koska onnettomuuksia ei ole. Päinvastoin tienkäyttäjät saattavat käyttäytyä erityisen varovaisesti ja tarkkaavaisesti huonon liikenneympäristön johdosta ja näin ollen välttää onnettomuudet. Tällaiset aukot täytyy siis tutkia muilla menetelmillä: konfliktitutkimuksilla, haastatteluilta tai laskennoilla. (Ljungberg 1992)

Onnettomuustietoja voidaan käyttää kuvailemaan tilanteita, joissa onnettomuudet tapahtuvat sekä kuvaamaan osallisena olevien tienkäyttäjien toimintaa. Onnettomuustiedolla voidaan selvittää millaiset tilanteet tai toiminnat aiheuttavat suhteellisen korkeita (tai matalia) onnettomuusmääriä. Onnettomuustietoa voidaan käyttää myös yksilöitäessä tilanteita, joissa tienkäyttäjän käyttäytymistä tulisi tutkia. (Noordzij 1988)

### 2.2.2 Onnettomuuksien tapaustutkimukset

Onnettomuuksien tapaustutkimuksilla tarkoitetaan tavallisesti eri alojen asiantuntijoista kootun tutkijaryhmän suorittamaa onnettomuuksien yksityiskohtaista selvittelyä, jossa itse onnettomuustilanne pyritään teknisesti rekonstruoimaan ja löytämään ainakin onnettomuuteen johtanut välitön syyketju ja mahdollisuuksien mukaan myös tapahtuman taustatekijöitä. Onnettomuuksista saadaan siten yksityiskohtaisempaa tietoa kuin tavanomaisesta poliisiraportista. (Häkkinen & Luoma 1991)

Suomessa tapaustutkimuksia tekevät Liikennevakuutuskeskuksen organisoidut liikennevahinkojen tutkijalautakunnat, jotka ovat vuodesta 1969 alkaen tutkineet osan tai lähes kaikki kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet (Häkkinen & Luoma 1991). Tutkijalautakunnissa toimii sivutoimisesti 220 henkilöä muista liikenneturvallisuuksista tekevästä organisaatioista kuten poliisista, katsastustoimesta, Liikenneturvasta ja tielaitoksesta (Puntanen 1994). Tutkittujen onnettomuuksien lisäksi tutkijalautakunnissa on tarkasteltu ajankohtaisia erilliskysymyksiä kuten kevyen liikenteen ja yhdistelmäajoneuvojen onnettomuuksia sekä teiden urautumisen vaikutuksia (Häkkinen & Luoma 1991).

Onnettomuuksien tapaustutkimukset ovat raskaita toteuttaa ja ne rajoittuvat jälkikäteen tehtäviin selvityksiin. Jotta tulokset olisivat riittävän luotettavia, edellytetään, että käsitelty tapaukset muodostavat oikein valitun ja riittävän suuren otoksen kaikista tai tutkimuksen kohteena olevista onnettomuuksista. Johtopäätösten tekemiseksi olisi yleensä tarpeen myös vertailuaineisto. Perusteellisesti toteutettuna tapaustutkimukset sisältävät useita tutkimusmenetelmiä kuten teknisiä mittauksia, haastatteluja ja tilastollisia analyysejä. (Häkkinen & Luoma 1991)



## 2.3 Konfliktitutkimukset

### 2.3.1 Yleistä

Liikenneonnettomuus määritellään tavanomaisesti tietyn tapahtumaketjun seurauksen perusteella. Samanlaisia tilanteita ja tapahtumaketjuja saattaa olla jatkuvasti, mutta niihin kiinnitetään huomiota vain silloin, kun seuraus on riittävän vakava. Kuitenkin juuri seuraus vaikeuttaa tutkimuksen suoritusta, koska jokainen osallinen pyrkii osoittamaan -tahallisesti tai tahattomasti- oman syyttömyytensä eikä kuvaamaan objektiivisesti oikeaa tilannetta. Liikenteen kehittämisen ja myös muiden kuin turvallisuustavoitteiden kannalta on tärkeitä saada tietoa tienkäyttäjien normaalista toiminnasta ja siinä tapahtuvista vaihteluista ja virheistä. (Häkkinen & Luoma 1991)

Konfliktitutkimus alkoi kehittyä 1960-luvun lopulla, kun USA:ssa ja Englannissa tutkittiin, kuinka olisi mahdollista tarkastella riskiä ilman jo tapahtuneita onnettomuuksia. Tutkimus alkoi yksinkertaisista muistiinpanoista tilanteista, joissa toinen osapuoli jarruttaa tai väistää toista esimerkiksi risteämistilanteessa. Myöhemmin englantilainen Transport and Road Research Laboratory (TRRL) kehitti käsitteet konflikti ja vakava konflikti. Näistä tutkimuksista alkoivat tutkimukset, joilla pyrittiin osoittamaan konfliktien ja onnettomuuksien korrelointia. 1970- ja -80 -luvulla Christer Hydén Lundissa kehitti käsitteen "aika onnettomuuteen" (Time to Accident = TA). (Nordisk Ministerråd 1994) Hydénin mielestä konfliktin vakavuus pitäisi määritellä jäljellä olevalla aikaerolla törmäykseen, olettaen etteivät osalliset muuta nopeuttaan tai suuntaansa eli ettei mitään välttävää liikettä kuten jarruttamista, kiihdyttämistä tai väistämistä tapahdu. (Linderholm 1992)

Suomessa konfliktitutkimusta on 1980-luvulla käytetty useissa VTT:n tutkimuksissa. Konfliktimenetelmällä on arvioitu muun muassa suoja-ajajonon vaikutusta liikenneturvallisuuteen ja liittymien liikenneturvallisuutta (Kulmala 1980), kevyen liikenteen väylien erityispiirteiden vaikutuksia ja väylien erottelun vaikutuksia (Kulmala & Pajunen 1985), vaihtuvan nopeusrajoituksen vaikutuksia (Kulmala & Pajunen 1986) sekä kanavoitujen liittymien turvallisuutta (Kulmala 1989).

Konfliktitekniikan perushypoteesi on, että on olemassa erityinen suhde lähes onnettomuuteen johtaneiden tilanteiden lukumäärän sekä vastaavan tyyppisten onnettomuuksien lukumäärän välillä. (Linderholm 1992)

Konflikti ja sen vaikeusaste määritellään esimerkiksi ajoneuvon hallinnan ja aikavälien perusteella tai etuajo-oikeutetulla tiellä ajavien jarruvalojen syttymisenä, ajokaistan vaihtona ja muina liikenteen sujuvuutta ja vaaratilanteita osoittavina helposti rekisteröitävinä toimintoina. Näiden suhde vastaaviin liikennemääriin osoittaa tietyllä tarkkuudella ympäristön onnettomuuspotentiaalia. (Häkkinen & Luoma 1991)

Menetelmä on tehokas, koska lähes-onnettomuuksia ja kriittisiä tilanteita tapahtuu usein, onnettomuuksia tietyissä pisteissä sen sijaan suhteellisen harvoin. (Häkkinen & Luoma 1991)

Konfliktitutkimuksen etuja ovat melko lyhyet tutkimusajat. Koska konflikteja voidaan pitää jonkinlaisina onnettomuuksien korvikkeina, on viikon aikana mahdollista saada useiden vuosien onnettomuuksia vastaava onnettomuustieto. (Edman 1995)

Käyttämällä kuvanauhoitinlaitteita konfliktitutkimuksen apuna saadaan tilanteet tarkemmin rekisteröidyksi ja saavutetaan virheettömämpi mittaus koko tapahtumasarjasta. (Edman 1995)

Konfliktitutkimus soveltuu varsinkin erilaisten liikenneympäristöratkaisujen turvallisuuden vertaamiseen ja ympäristömuutosten vaikutusten tutkimiseen. (Häkkinen & Luoma 1991)

Varsinaisiin konfliktitutkimuksiin yhdistetään usein myös muiden liikennetapahtumien kuin varsinaisten konfliktien tarkkailua. Tarkkailututkimus menetelmänä esitellään luvussa 2.5, mutta seuraava esimerkki on yhdistetystä konflikti- ja tarkkailututkimuksesta, jossa tutkittiin pyöräväylien ominaisuuksia. Tässä varsinainen konfliktitutkimusmenetelmä laajennettiin käsittämään myös muuta käyttäytymistä.

### 2.3.2 Tanskalaisia kokemuksia konfliktitutkimuksista

Konfliktitutkimus on ollut osana Tanskan tielaitoksen (Vejdirektorat) tammikuussa 1991 aloittamaa kolmivuotista kaupunkialueiden pyöräilyturvallisuus -tutkimusohjelmaa, joka on keskittynyt erilaisiin pyöräliikenteeseen liittyviin geometrisiin ominaisuuksiin. Tutkimusohjelmassa luotiin neljä näkökohtaa olemassaolevaan suunnittelugeometriaan sekä testattiin ja luotiin uusia pyöräilijöiden liikenneturvallisuuden mittoja. (Herrstedt 1992)



Ensimmäinen sovellusalue oli pyöräkaistojen suunnittelu kaupunkien pääliikenneverkon liittymissä. Kaupunkialueiden pääreittien varrella olevat liittymät ovat erityisen vaarallisia pyöräilijöille ja valitut liittymät suunniteltiin päämääränä turvallisempi vuorovaikutus polkupyörien ja moottoriajoneuvojen kesken. Tutkimusprojekti keskittyi suoraan ajavien pyöräilijöiden sekä oikealle kääntyvien autojen välisiin konflikteihin valo-ohjatuissa liittymissä. (Herrstedt 1992)

Tanskalaisten, ruotsalaisten sekä hollantilaisten onnettomuustilastojen perusteella tiedettiin, että aivan liittymään asti ulottuva korotettu pyöräkäytävä (erityisesti suurissa liittymissä) aiheuttaa joissakin tapauksissa korkeamman onnettomuusasteen edellä mainituissa konflikteissa kuin ratkaisu, jossa korotettu pyöräkäytävä katkaistaan ennen liittymää ja muutetaan ajoradantasossa kulkevaksi pyöräkaistaksi. Pyöräilijät eivät kuitenkaan pidä katkaistuista ratkaisuista, sillä he tuntevat olonsa niissä turvattomiksi. (Herrstedt 1992)

Tutkimuksessa haluttiin yhdistää täyspitkien ja sekä katkaistujen pyöräkäytävien hyvät puolet. Korotettu pyöräkäytävä katkaistiin 20-30 m ennen liittymää ja se jatkui korottamattomana pyöräkaistana. Korottamaton pyöräkaista osoitettiin ainoastaan pyöräilijöille eli moottoriajoneuvo- ja pyöräliikennettä ei sekoitettu keskenään kuten aiemmissa katkaistun pyöräkäytävän ratkaisuihin. Pyöräkaista erotettiin ajokaistasta 30 cm leveällä valkoisella tärinäviivalla. Pyöräilytila kavennettiin käyttäen tärinäpäällystettä ajokaistan ja jalkakäytävän välillä. Koska pyöräilijät näin ollen ajoivat lähempänä moottoriajoneuvoja ja myös samassa tasossa niiden kanssa viimeiset 20-30 m ennen liittymää, odotettiin pyöräilijöiden ja autoilijoiden huomioivan toisensa paremmin ja että näin päästäisiin turvallisempiin liikennetapahtumiin ja ehkäistäisiin onnettomuuksia. (Herrstedt 1992)

Vuonna 1991 muutettiin kolme liittymää ja kesän 1992 aikana toiset kolme liittymää. Videokuvauksia käytettiin tienkäyttäjän käyttäytymisen tutkimisen apuna ennen ja jälkeen muutostoimenpiteen tekemisen. Kohtaamistilanteiden kuvailemismetodina käytettiin pohjoismaisten projektien kokemuksiin perustuvaa konfliktitekniikkaa. 'Aikainen kohtaaminen' - ja 'vakava konflikti'- tapaukset otettiin huomioon. (Herrstedt 1992)

'Vakava konflikti' tapahtui, kun kaksi tienkäyttäjää joutui konfliktiin, jossa 'aika onnettomuuteen' (TA = time-to-accident) oli enintään 1,5 s. TA laskettiin molemmille osallisille ja laskenta alkoi hetkestä, jolloin jompikumpi osallisista alkoi toimia onnettomuuden estämiseksi. 'Aikainen kohtaaminen' tapahtui, kun ainakin yksi tienkäyttäjä osoitti havaittavia toimintamuutoksia välttääkseen konfliktin tai onnettomuuden korkeintaan 1,5 sekuntia ennen kuin jokin tapahtumaan osallinen tienkäyttäjä ohitti törmäämiskohdan. (Herrstedt 1992)

Alustavissa tuloksissa havaittiin vakavien konfliktien vähentyneen muutoksen jälkeen, mutta aikaisten kohtaamisten taajuus ei ollut muuttunut mainittavasti. Pyöräilijöiden nopeuksien ei havaittu muuttuneen. Tutkimus osoitti myös, että pyöräilijät ajoivat lähempänä ajokaistaa kuin odotettiin. (Herrstedt 1992)

Toisena tapauksena tutkittiin pyöräilijöiden turvallisuutta kaupunkikiertoliittymissä. Kokemukset olivat osoittaneet, että kiertoliittymät parantavat turvallisuutta, mutta pyöräilijät eivät ilmeisesti saavuta samaa turvallisuushyötyä kuin autoilijat. Liittymän tulevat tai liittymästä lähtevät autoilijat aiheuttavat vakavia vaaratilanteita kiertotilassa ajaville pyöräilijöille. (Herrstedt 1992)

Tutkimuksessa tutkittiin videokuvausten avulla tienkäyttäjien käyttäytymistä viiden päätyypin kiertoliittymissä. Nämä tyypit olivat

- kiertoliittymä ilman erillisiä pyöräilymahdollisuuksia,
- kiertoliittymä, jossa on sininen pyöräkaista sekä erilliset pienet saarekkeet liittyvien katujen välissä,
- kiertoliittymä, jossa on tiemerkinnoin (valkoinen viiva sekä polkupyöräsymbolit) osoitettu pyöräkaista,
- kiertoliittymä, jossa on pyöräkaistan ja reunakivillä erotetun pyöräkaistan yhdistelmä sekä
- kiertoliittymä, jossa on punainen pyöräkaista lisättynä pyöräilijöitä rajoittavin saarekkein sekä tulevia autoja varoittavin töyssyin.

Kaikissa kiertoliittymissä keskiympyrän säde oli korkeintaan 20 m. Pyöräilijöiden ja autoilijoiden välistä kanssakäymistä tarkkailtiin videoiden avulla. Liittymissä tarkasteltiin kiertävien pyöräilijöiden sekä sisään ja ulos menevien autoilijoiden välisiä vakavia konflikteja sekä laskettiin liikenne- ja onnettomuusmäärät. (Herrstedt 1992)



Kolmantena tapauksena tutkittiin maalattujen pyöräkaistojen turvallisuutta kaupunkialueilla. Viimeisen kymmenen vuoden aikana on Tanskassa rakennettu paljon pyöräkaistoja. Pyöräkaistat ovat halvempia kuin korotetut pyörätiet. Korotettujen pyöräteiden onnettomuusasteita oli tutkittu Tanskassa, Ruotsissa, Saksassa ja Hollannissa. Tulokset osoittivat niiden suojaavan pyöräilijöitä hyvin pääteillä, joilla on pieniä liittymiä. Hollantilaiset turvallisuustutkimukset osoittivat etteivät pyöräkaistat ole käyttökelpoisia kaupunkien pääväylillä. (Herrstedt 1992)

Tutkimuksessa vertailtiin erityyppisiä pyöräkaistallisia tienosia pyöräkaistattomiin tienosiin sekä osiin, joilla oli pyörätie. Arvioitaessa pyöräilijän onnettomuusriskiä tutkittiin pyöräkaistan leveyden merkitsevyyttä, turvallisuudentunnetta sekä pyöräilyn sujuvuutta. (Herrstedt 1992)

Neljäntenä tapauksena tarkasteltiin pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden välisiä konflikteja linja-autonpysäkeillä. Kaduilla, joilla oli paljon bussi- ja pyöräliikennettä, tapahtui usein pyöräilijöiden ja bussimatkustajien välisiä konflikteja pyöräväylillä. Tanskalaisen kokemuksen mukaan pyörätiet kaupunkialueella vähensivät pyöräilijöiden ja autoilijoiden välisiä onnettomuuksia, mutta joissakin tapauksissa pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden väliset konfliktit lisääntyivät bussipysäkkien kohdalla. Pyörätien ja bussin välissä olevien pysäkkisaarekkeiden havaittiin vähentävän näitä konflikteja. Muutamissa tapauksissa ongelma onnistuttiin ratkaisemaan rakentamalla pyörätielle tärinäraidat, jotka kuitenkin olivat epämukavat pyöräilijöille. (Herrstedt 1992)

Tutkimusprojektissa kokeiltiin uusia suunnitteluratkaisuja. Konfliktialue pyrittiin tekemään mahdollisimman näkyväksi sekä väistämisvelvollisuudet itsestäänselviksi. Käyttäytymistä tutkittiin videoiden avulla. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vähenevätkö konfliktit, miten pyöräilijöiden nopeudet muuttuvat, sekä ymmärtävätkö tienkäyttäjät suunnitellut väistämisvelvollisuudet. (Herrstedt 1992)

## **2.4 Tarkkailututkimukset**

### **2.4.1 Yleistä**

Konfliktien ja kriittisten tilanteiden tutkimusmenetelmät edellyttävät useimmiten liikenteen tarkkailua ulkoapäin. Tarkkailua ja siihen liittyvää mittausta voidaan suorittaa monella tavalla ja lähes kaikkialla. (Häkkinen & Luoma 1991)

Tarkkailua varten on kehitetty elektronisia laitteita kuten ajoanalysaattoreita ja ajolinjojen rekisteröintilaitteita. Kuvanauhoituslaitteita voidaan käyttää joko pistekohtaisesti tai seuraamalla ajoneuvoa. Yhtenä mahdollisuutena on asentaa itse ajoneuvon rekisteröintilaitteita, joiden tulokset ovat jälkikäteen analysoitavissa. (Häkkinen & Luoma 1991)

Jotta käyttäytymistieteelliseltä kannalta saataisiin käyttökelpoista tietoa, on tutkimus suunniteltava hyvin etukäteen ja perustettava se myös johonkin viitekehykseen ja teoriaan. Muuten monitahoisesta tarkkailutulosten massasta on vaikeata tai ylivoimaista tehdä mielekkäitä johtopäätöksiä. (Häkkinen & Luoma 1991)

Arvioitaessa jonkin liikenneteknisen toimenpiteen vaikutuksia voidaan tutkia käyttäytymismuutoksia. Etukäteen on tärkeä määrittää, mikä on epätoivottua ja onnettomuuksia aiheuttavaa käyttäytymistä ja mikä taas toivottua käyttäytymistä. Tutkimusta suunniteltaessa on olennaista pohtia vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Määritellään käyttäytyminen, jota halutaan muuttaa.
- Millä tavoin tätä käyttäytymistä on helpoin mitata?
- Missä ja miten tutkimus tehdään?
- Minkä laajuinen tutkimus tarvitaan vakuuttaviin tuloksiin?
- Onko mahdollista varioida hypoteesia tässä tutkimuksessa (vastataanko kysymykseen)?
- Voiko tutkimuksen toistaa muutostoimenpiteiden jälkeen?
- Onko tilanne verrattavissa niin, että tarkoitustaan vastaavat vertailut voidaan tehdä?
- Onko muutoksella mahdollisesti joitakin negatiivisia vaikutuksia johonkin toiseen käyttäytymiseen, ja miten se on kontrolloitavissa?

(Linderholm 1992)

Videonauhoitukset tarkkailututkimuksessa ovat parempia kuin paikalla tapahtuvat tarkkailututkimukset tilanteissa, joissa tapahtumat ovat monimutkaisia tai useita käyttäytymispiirteitä täytyy ottaa huomioon samanaikaisesti. Erilaisten muuttujien analysointi voidaan tehdä tällöin samanaikaisesti, sillä nauhoitus antaa mahdollisuuden katsoa tilanteen useita kertoja. (Linderholm 1992)

Kuvanauhaa apuna käytettäessä joudutaan tekemään kaksinkertainen työ, sillä itse nauhoitus ja sen purkaminen vaativat resursseja. Etuna on useamman tienkäyttäjän tarkkaileminen yhtäaikaaisesti sekä mahdollisuus katsoa tapahtumaa hidastettuna, mitata nopeuksia ja aikoja nauhalta. Ennen kuvausta on tietenkin suunniteltava, mitä nauhalta aikoo selvittää. (Ljungberg 1982)



Tarkkailututkimuksella voidaan tutkia esimerkiksi pyöräilijöiden käyttäytymistä erilaisissa liittymissä; miten pyöräilijä valitsee ajolinjan reunatuellisessa liittymässä. Tämänäntyyppisessä tutkimuksessa tulee kerätä sellaista tietoa, joka on olennaista kyseiselle tekniselle ratkaisulle. (Ljungberg 1982)

## **2.4.2 Yksittäisten tienkäyttäjien tarkkailu**

### **STOP-merkkien vaikutuksia rautatien tasoliittymissä**

Esimerkkinä yksittäisten tienkäyttäjien tarkkailututkimuksista on tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää rautateiden tasoristeysksiin asetettavien STOP-merkkien vaikutuksia ajoneuvon kuljettajan nopeuskäyttäytymiseen ja havainnontekoon. Tutkimus tehtiin ennen - jälkeen-selvityksenä. Ennen-tilanteessa tasoristeyksessä ei ollut STOP-merkkiä; jälkeen-tilanteessa STOP-merkki oli asetettu paikoilleen. (Liikenneturva 1984)

Ajoneuvojen tasoristeuksen ylittäminen kuvattiin kuvanauhoitinlaitteiston avulla. Videokamera oli sijoitettu tien viereen osittain piiloon siten, että koko risteysalueen tapahtumat voitiin nauhoittaa. Kuvanauhaa käytettiin myöhemmin nopeuksien kohdistamiseen oikeille ajoneuvoille. Tasoristeystä lähestyvien ajoneuvojen nopeudet talletettiin kolmesta kohdasta ennen tasoristeystä viiden metrin matkanopeuksina valokennojen avulla liikenne-analysaattoriin. (Liikenneturva 1984)

Kaksi koulutettua havainnoijaa kirjasi lomakkeille tiedot ajoneuvoista ja ajoneuvojen kuljettajien toiminnasta tasoristeysalueella. Toinen havainnoijista kirjasi havaintonsa erilliselle lomakkeelle ja toinen saneli havaintonsa kuvanauhalle, sekä kirjasi riskitilanteet, joissa törmäys mahdollisella junan ylityshetkellä olisi ollut likimain varma. (Liikenneturva 1984)

Havainnoijat kirjasivat tasoristeystä ylittävästä autosta seuraavat ominaisuudet:

- ajoneuvotyyppi,
- oliko autossa matkustajia,
- oliko ajoneuvossa valot,
- pysähtyikö ajoneuvo ennen tasoristeuksen ylittämistä,
- katsoiko kuljettaja sivuille ennen tasoristeuksen ylittämistä,
- käyttikö kuljettaja turvavyötä, sekä
- kuljettajan ikä ja sukupuoli.

Havaintojen vastaavuus tarkkailijoiden välillä vaihteli muuttujittain 95:stä 98 prosenttiin. (Liikenneturva 1984)



STOP-merkkien asentamisen jälkeen pysähtyminen ennen tasoristeyksen ylitystä lisääntyi 13 %:sta 59 %:iin. Ajoneuvojen nopeudet 10 metriä ennen tasoristeystä pienenevät erittäin merkitsevästi. Sivuille katsominen ennen kiskojen ylitystä lisääntyi erittäin merkitsevästi. Samoin riskiylittäjien määrä väheni STOP-merkkien asentamisen jälkeen melkein merkitsevästi. (Liikenneturva 1984)

### **Oikealle kääntyvän autoilijan ja oikealta tulevan pyöräilijän ongelma**

Oikealle kääntyvän autoilijan ja oikealta tulevan pyöräilijän ongelmaa on Helsingissä tutkittu tarkkailututkimuksella. Moni oikealle kääntyvä autoilija keskittyy vain vasemmalta tulevien autojen tarkkailuun ja laiminlyö oikealta mahdollisesti tulevan pyöräilijän. Tämä kohtaaminen onkin ylivoimaisesti yleisin valo-ohjaamattomien liittymien pyöräilyonnettomuustyyppi. (Pasanen 1992)

Tutkimuksessa toteutettiin ja testattiin joukko pienehköjä toimenpiteitä yhteensä kuudessa eri kohteessa, joiden tavoitteena oli saada nykyistä useampi oikealle kääntyvä kuljettaja vilkaisemaan oikealle jo ennen suojatielle tuloa. Toimenpiteinä olivat ajorataan maalatut varoitusmerkinnät, töyssy, korotettu suojatie, STOP-merkki, värillinen pyörätie, suojatien siirto ajoradan reunaan sekä asukastiedote. (Pasanen 1992)

Ennen - jälkeen-mittauksilla selvitettiin sivutieltä oikealle kääntyvien kuljettajien tarkkaavaisuuden suuntautuminen (pään liikkeet) ja ajonopeus. Mittaukset suoritettiin samanaikaisesti edestä (kuljettajien päännäliikkeet) ja sivulta kuvaavalla (auton sijainti ja ajonopeus) videokameralla. (Pasanen 1992)

Nauhoituksia purettaessa luokiteltiin kuljettajan katseen (pään) suunta viiteen ryhmään: reilusti oikealle, oikealle, suoraan, vasemmalle ja reilusti vasemmalle. Ajonopeudet laskettiin sekä suojatien päällä (auton keula) että noin 2 metriä ennen suojatietä. Pysähtyneiden osalta rekisteröitiin pysähtymiskohta. Jokaisesta kohteesta pyrittiin saamaan noin 30 ennen ja jälkeen-havaintoa. (Pasanen 1992)

Kuljettajan toiminta luokiteltiin vaaralliseksi, jos hän oli kääntänyt päänsä vasemmalle koko ns. kriittisen alueen ylityksen ajan, eikä pysähtynyt ennen suojatietä. Turvalliseksi luokiteltiin kuljettajat, jotka kriittisellä alueella selvästi päättään kääntäen katsoivat oikealle. Auton ajonopeudesta riippuvan kriittisen alueen sisällä kuljettajan oli havaittava oikealta tuleva pyöräilijä. Kriittinen alue määriteltiin kunkin risteyksen näkemäolosuhteiden, pyöräilijöiden oletetun lähestymisnopeuden sekä autoilijoiden arvioidun reaktioajan ja auton jarrutushidastuvuuden perusteella. (Pasanen 1992)

Hidastimilla (töyssy, korotettu suojatie, STOP-merkki) varustetuissa koh-teissa vaarallisten kuljettajien osuus väheni 49 %:sta 27 %:iin. Turvallisten kuljettajien osuus kasvoi 9 %:sta 34 %:iin. Ajonopeuden hidastaminen on kyseisessäkin ongelmassa olennaista, koska kuljettajan tietoinen päätök-sentekokapasiteetti on rajallinen. Mitä pienempi ajonopeus on, sitä vähem-män kuljettaja kohtaa informaatiota aikayksikköä kohden eli sitä paremmat valmiudet kuljettajalla on pyöräilijähavaintojen tekoon. (Pasanen 1992)

#### **Lasten liikennekäyttäytyminen kadunylityksessä**

Lasten liikennekäyttäytymistä tutkittiin yhdistämällä tarkkailumenetelmä ja haastattelu. Lapsia videoitiin samanaikaisesti kahdella kameralla kolmen koulun läheisyydessä koulupäivän päättyessä tarkoituksena seurata, kuinka lapset ylittävät kadun. Toinen kameroista kuvasi lasten kasvoja ja toinen yleiskuvaa tilanteesta. Kutakin paikkaa videoitiin kolmena päivänä. Kolman-tena päivänä lapsia haastateltiin juuri heidän ylitettyään kadun. Seuraavana päivänä lapsille näytettiin nauha heidän tien ylityksestään ja heidät haasta-teltiin toistamiseen. Haastattelussa lasten annettiin ensin vapaamuotoisesti kertoa tienylityksestään, jonka jälkeen esitettiin tarkempia kysymyksiä. Lapsia haastateltiin kaiken kaikkiaan 39. (Rämä 1994)

Metodin kehittäminen johti aivan uuteen tapaan analysoida materiaalia. Analyysissä tarkasteltiin lasten käyttäytymistä ajassa ja tilassa lasten liikkumista kuvaavien karttakuvien avulla. Menetelmä osoittautui valaise-vaksi ja tehokkaaksi tutkittaessa lapsiryhmän toimintaa ja koostumusta lasten käyttäytymisessä. Ryhmässä kulkevat lapset katsoivat harvemmin vasemmalta tulevaa liikennettä kuin yksin kulkevat lapset. (Rämä 1994)



### Pyöräilijöiden käyttäytyminen liittymissä, Alankomaat

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää muutaman liittymien ominaispiirteen (liikennevirran voimakkuus pääväylällä, etuajo-oikeuksien olemassaolo sekä liittymän tyyppi; 3- vai 4-haarainen) vaikutusta pyöräilijöiden käyttäytymiseen sekä pyöräilijän omien ominaisuuksien (ikä, kokemus jne.) vaikutusta heidän käyttäytymiseensä. (Top & Timmermans 1988)

Tutkimusmetodina käytettiin tarkkailututkimusta haastatteluun yhdistettynä. Pyöräilijöitä videokuvattiin neljässä erityyppisessä liittymässä ja käyttäytymisessä tarkasteltiin sijaintia tiellä, huomion kohdistumista (vasemmalle, oikealle, taakse), suuntamerkin antamista, nopeuden muutosta sekä kriittistä aikaväliä (aikaa tai matkaa, jonka pyöräilijä hyväksyy liittyessään risteävään virtaan eli aikaero pyöräilijän ja toisen tienkäyttäjän tiettyyn pisteeseen saapumisen välillä. (Top & Timmermans 1988)

Pyöräilijän ylitettyä liittymän hänet haastateltiin. Haastattelussa selvitettiin pyöräilijän ikä, sukupuoli, kokemus, koulutus, muiden liikennemuotojen käyttö, liikennesääntöjen tuntemus sekä arvioitu turvallisuus ja liikenteen voimakkuus liittymässä. (Top & Timmermans 1988)

Analyyssissä pyöräilijän todellista, tarkkailtua käytöstä verrattiin normien mukaiseen käyttäytymiseen. Normin mukaisuus -aste laskettiin seuraavan kaavan perusteella:

$$\text{normipisteet} = 100 \times \frac{\text{oikeiden toimintojen lkm}}{\text{oikeiden toimintojen lkm} + \text{väärrien toimintojen lkm}}$$

Normin mukaisuus -aste vaihteli 0:sta (pyöräilijä tekee kaiken väärin) 100:aan (pyöräilijä tekee kaiken oikein). (Top & Timmermans 1988)

Yleisesti voitiin todeta, että päätiellä käyttäytyminen oli normien mukaisempaa kuin sivutiellä. Yleensä noin kolmasosa oikeista toiminnoista jäi tekemättä. Pyöräilijän omia ominaisuuksia tutkittaessa havaittiin, että tutkimuksessa käytetyillä ominaisuuksilla ei ollut yhteyttä käyttäytymiseen liittymässä. Iällä oli jonkin verran vaikutusta; iäkkäiden todettiin käyttävän enemmän normien mukaisesti kuin nuorempien. Kun tarkasteltiin sijaintia tiellä sekä huomion kohdistumista, ikäryhmien välisiä eroja ei havaittu. (Top & Timmermans 1988)



### 2.4.3 Vuorovaikutustilanteiden tarkkailu

Vuorovaikutustilanteiden tutkimus toimii samalla tavoin kuin yksittäisten tienkäyttäjien tarkkailututkimus. Erona on, että vuorovaikutustutkimus yhdistää usean tienkäyttäjän käyttäytymisen yksittäisten tienkäyttäjien tarkkailun sijasta. Vuorovaikutustilanteiden rekisteröintitapa riippuu vuorovaikutusten määrittelystä. Perusmääritelmä vuorovaikutukselle on, että kaksi tai useampia tienkäyttäjää tarvitsee samanaikaisesti jotakin liikennepaikan osaa niin, että jotakin yhteistoimintaa syntyy. (Linderholm 1992)

#### Vuorovaikutustilanteet

Yhteispohjoismaisena projektina (Ruotsi, Tanska) on kehitetty vuorovaikutustilanteisiin perustuva tarkkailumenetelmä. Sen sijaan että keskityttäisiin vain onnettomuuksiin, vakaviin konflikteihin ja näiden välisiin yhteyksiin, tässä tutkimusmenetelmässä rekisteröidään kaikki tarkkailualueelle saapuvat ajoneuvot. Tienkäyttäjien normaalia vuorovaikutusta voidaan kuvata menetelmällä, jossa käytetään seuraavia määritelmiä:

- **Erillinen saapuminen** tapahtuu, kun pyöräilijä saapuu kohtaamispisteeseen ainakin 2,5 sekuntia ennen tai ainakin 1,0 sekuntia jälkeen auton. Tässä tilanteessa tarkkailija näkee, että kohtaaminen sujuu ongelmattomasti.
- **Samanaikainen saapuminen** tapahtuu, kun edellä mainitut erillisen saapumisen kriteerit eivät täyty. Näissä tilanteissa onnettomuus on mahdollinen, ellei jompikumpi tai molemmat kohtaavista osapuolista toimi. Seuraavat tapahtumat ovat mahdollisia:
  - **Aikainen vuorovaikutus** (samspil) tarkoittaa, että ainakin yksi osallisista selvästi muuttaa käyttäytymistään vähintään 1-1,5 sekuntia ennen muutoin tapahtuvaa onnettomuutta estääkseen sen.
  - **Myöhäinen vuorovaikutus** tarkoittaa, että ainakin yksi osallisista muuttaa käyttäytymistään vähemmän kuin 1-1,5 sekuntia ennen muutoin tapahtuvaa onnettomuutta estääkseen sen. Käyttäytymismuutoksella ei ole dramaattisia piirteitä.
  - **Vakava konflikti** tapahtuu, kun dramaattisia piirteitä omaava käyttäytymismuutos tapahtuu vähemmän kuin 1-1,5 sekuntia ennen muutoin tapahtuvaa onnettomuutta. Käsite 'vakava konflikti' on identtinen konfliktimenetelmässä käytetyn käsitteen kanssa.

**Ei konfliktia eikä vuorovaikutusta** -tilanne esiintyy, kun tapahtumassa ei ole mitään näkyvää vuorovaikutusta. Esimerkiksi oletetaan väistämisvelvollisuuden omaavan osallisen todella väistävän ja toinen osallinen toimii siihen luottaen. Tilannetta voisi pitää myös myöhäisenä vuorovaikutuksena, kuitenkin sillä erotuksella, että toinen osallinen ei näe, että väistämisvelvollisuutta aiotaan noudattaa. Mikäli sitä ei noudateta, seuraa tilanteesta vakava konflikti tai jopa onnettomuus.

Tämän metodin hypoteesi on, että aikaisten vuorovaikutusten määrän noustessa ja myöhäisten vuorovaikutusten määrän laskiessa geometrinen toimenpide on aiheuttanut sellaisen muutoksen osallisten käyttäytymisessä, että se voi parantaa liikenneturvallisuutta. (Vejdirektoratet 1994b)

Metodia on sovellettu oikealle, sivutielle kääntyvän ajoneuvon ja suoraan ajavan pyöräilijän ongelmaan, pyöräilijän ja autoilijan käyttäytymistutkimukseen liikenneympyröissä, pyöräilijöiden ja bussimatkustajien kohtaamistutkimuksiin bussipysäkeillä sekä autojen liikennevirtaan liittymiseen moottoritien rampilta tultaessa. Kussakin tutkimuksessa käytettiin videonauhoitettua materiaalia. Etukäteen määriteltiin kuhunkin tilanteeseen soveltuvat tapahtumatyyppit edelläolevan jaottelun mukaan ja valittiin tarkasteltavat käyttäytymispiirteet. Osassa tutkimuksista tarkasteltiin myös konfliktitilanteet. (Vejdirektoratet 1994b)

### **Todellinen versus oletettu käyttäytyminen, Alankomaat**

Liikenteen tarkkailu liittyi olennaisena osana myös Alankomaissa tehtyyn tutkimukseen, jossa kartoitettiin eri pyöräilyreittien turvallisuutta ja liikennöitävyyttä sekä yksilön todellisen käyttäytymisen suhdetta liikennesuunnittelijan olettamaan pyöräilijän käyttäytymiseen.

Hagenzieker ja Twisk olivat sitä mieltä, että olennaista olisi löytää pyöräilijöiden käyttämät reitit ja tutkia niiden turvallisuutta ja liikennöitävyyttä yksittäisten teiden tai liittymien sijasta. Helppo ja yksinkertainen reitti on myös turvallinen reitti, kun taas monimutkaisella reitillä vaaratilanteiden määrä on suurempi. Hagenzieker ja Twisk tutkivatkin reittejä ja käyttivät niiden monimutkaisuutta turvallisuuden mittarina: mitä monimutkaisemmaksi liikennetehtävä muotoutuu (eli mitä enemmän informaatiota täytyy käsitellä samanaikaisesti), sitä suurempi on virheen todennäköisyys. (Hagenzieker 1995, Twisk 1995, Twisk & Hagenzieker 1993a, 1993b, 1993c)



Ensiksi valittiin pyöräilijöiden yleisesti esimerkiksi koulumatkoilla käyttämät reitit. Käytetyimmät reitit eivät ole läheskään aina suunnittelijoiden tiedossa, sillä usein paneudutaan vain yksityiskohtiin. Tutkimuksessa tarkasteltavat reitit pilkottiin osiin niin, että kaikki mahdolliset kohtaamissuunnat ja huomiota vaativat kohteet kartoitettiin reitin varrelta ja 'pisteytettiin'. Myös liikenneympäristön vaihtelut pisteytettiin, onhan jatkuvasti muuttuva liikenneympäristö vaikeampi ja monimutkaisempi kuin yhdenmukaisena jatkuva. Näin saatiin selville reitin 'monimutkaisuusaste'. Tämä osuus tutkimuksesta oli mahdollista tehdä paperilla, ilman maastokäyntejä. (Hagenzieker 1995, Twisk 1995, Twisk & Hagenzieker 1993a, 1993b, 1993c)

Seuraavaksi kartoitettiin pyöräilijän toivottu eli optimi käyttäytyminen. Miten suunnittelija oli ajatellut pyöräilijän toimivan? Tähän optimitoimintaan verrattiin tienkäyttäjien todellista toimintaa. (Hagenzieker 1995, Twisk 1995, Twisk & Hagenzieker 1993a, 1993b, 1993c)

Todellinen toiminta havainnoitiin tarkkailututkimuksena paikan päällä. Havainnointi suoritettiin muutamissa liittymissä reitin varrella. Havainnoija huomioi havaintosuunnan pyöräilijöitä sitä mukaa kuin ehti, ts. kaikkia tutkimusjakson pyöräilijöitä ei havainnoitu. Havainnoija täytti kustakin havainnoitavasta lomakkeen, jossa huomioitiin mm. seuraavat asiat:

- ajankohta ja sää,
- oliko ajoneuvona polkupyörä vai mopedi,
- matkan tarkoitus (arvio: koulu, työ, muu),
- pyöräilikö ryhmässä vai yksin ( + kuinka suuressa ryhmässä),
- liikennevalo-ohjatussa liittymässä
  - onko painonappi,
  - onko punainen vai vihreä valo,
  - jos valo on punainen, painaako painonappia; odottaako, kuinka kauan odottaa, sekä
- muiden tienkäyttäjien suuntautuminen.

(Hagenzieker 1995, Twisk 1995, Twisk & Hagenzieker 1993a, 1993b, 1993c)

Tutkimuksen tarkoituksena oli myös kehittää helppo, nopea ja edullinen metodi liikennejärjestelyjen ongelmien kartoittamiseen ja toimivuuden arviointiin. Tällaista metodia olisi mm. kaupungin suunnitteluviranomaisten helppo käyttää suunnittelun apuvälineenä ennen toimenpiteiden toteuttamista sekä arvioida niiden vaikutuksia jälkeenpäin. Mahdollinen tietokonesovellus tulosten käsittelyyn ja reitin monimutkaisuuden arviointiin olisi myös mahdollinen. (Hagenzieker 1995, Twisk 1995, Twisk & Hagenzieker 1993a, 1993b, 1993c)



## 2.5 Haastattelu- ja kyselytutkimukset

Tienkäyttäjiltä voidaan tiedustella heidän kokemuksiaan, käsityksiään ja mielipiteitään liikenteestä. Vaikka tietojen luotettavuus ei ole samaa tasoa kuin itse liikennekäyttäytymiseen perustuvissa menetelmissä, saadaan suhteellisin pienin kustannuksin suuri aineisto ja samalla tietoa käyttäytymisen motiiveista, omaksutuista asenteista sekä omakohtaisista kokemuksista. (Häkkinen & Luoma 1991)

Haastatteluja ja kyselyjä voidaan tehdä puhelimitse, kotikäynneillä, postin välityksellä sekä paikan päällä liikenteessä. Paikan päällä tehtyjä tutkimuksia voivat olla muun muassa lähtö- ja määräpaikkatutkimus tai muuta käyttäytymistutkimusta täydentävä kysely esimerkiksi tienkäyttäjän iästä, matkan tarkoituksesta jne. (Ljungberg 1982) Paikan päällä tehtävän haastattelun etuja ovat suora kontakti haastateltavaan, jolla voidaan varmistaa kysymyksen ymmärtäminen sekä haastattelijan mahdollisuus seurata haastateltavan käyttäytymistä liikennetilanteessa ja näin ollen tehdä kysymyksiä sen perusteella. Haittapuolena voidaan todeta tutkimuksen vaatima aika eli vastauksia saadaan vähemmän kuin esimerkiksi kirjallisen kyselyn perusteella. (Linderholm 1992) Niinikään ongelmana saattaa olla nopeiden pyöräilijöiden pysäyttäminen, jonka vuoksi tutkimuksessa on syytä käyttää poliisin virka-apua. (Linderholm 1992, Ljungberg 1982) Haastateltavat voidaan valita monella tavalla: esimerkiksi kymmenen minuutin aikana haastatellaan kaikki yhden suunnan pyöräilijät ja seuraavan kymmenminuuttisen aikana vastakkaisen suunnan pyöräilijät. (Ljungberg 1982)

Kirjallisia, palautuskuoren sisältäviä kyselytutkimuksia voidaan lähettää postitse, jakaa esimerkiksi työpaikoilla tai liikenteessä. Tällöin kysymysten tulee olla yksinkertaisia ja selkeitä sekä tutkimuksen tavoite ja motiivi tulee selvittää. Menetelmän haittapuolia ovat usein matala palautusprosentti sekä vaikeus saada edustavia mielipiteitä suunnittelusta tietyssä paikassa, jossa ihmiset eivät välttämättä oleskele pysyvästi. (Ljungberg 1982)

Haastattelututkimuksia voidaan käyttää myös muiden käyttäytymistutkimusten täydentämiseksi. Esimerkiksi liikennemerkkien havaitsemiseen liittyvissä tutkimuksissa voidaan käyttäytymisen tarkkailun lisäksi tiedustella, havaitsiko tienkäyttäjä merkin ja mitä muuta hän havaitsi tietyssä liikennetilanteessa. Myös liikennemerkkien ja -sääntöjen tuntemisesta on tehty useita haastattelututkimuksia. (Häkkinen & Luoma 1991)

## 2.6 Riskianalyysi

Erilaisten teknisten ratkaisujen turvallisuusvaikutuksia on mahdollisuus tutkia tarkastelemalla riskiä. Riski voidaan ilmoittaa eri tavoin, tyypillisesti onnettomuusriski. Voidaan myös tarkastella jonkin muun tapahtuman kuten kohtaamistilanteen syntymisen riskiä.

Riski on hyvin subjektiivinen käsite, koska yksilöt kokevat eri asiat eri tavoin. Riskien vertaamisen helpottamiseksi voidaan yrittää estimoida subjektiivista riskiä. Tarkoitus on tehdä se mahdollisimman neutraalilla tavalla. Tällaista riskin mittaria kutsutaan objektiiviseksi tai todelliseksi riskiksi ja se voidaan määritellä seuraavasti:

$$\text{riski} = \frac{\text{ei-toivottujen tapahtumien lkm}}{\text{mahdollisten tapahtumien lkm}}$$

(Linderholm 1992).

Riskiä voidaan tarkastella useista eri näkökulmista. Päätöksenteon ja tärkeysjärjestyksen näkökulmasta voidaan käyttää seuraavaa jaottelua:

- a. erityyppisen liikenteen (kuten henkilö- ja tavaraliikenteen) riski matkan tarkoituksen ja kulkumuotojakautuman suhteen,
- b. erilaisten ihmisryhmien riski iän, sukupuolen, ajokortin ja auton omistamisen suhteen,
- c. eri tienkäyttäjärühmien (kuten autoilijat, pyöräilijät, jalankulkijat) riski,
- d. tie- ja katujärjestelmän erityyppisten osien ja alueiden riski.

Tutkittaessa eri liikenneteknisten ratkaisujen turvallisuusvaikutuksia tavoitteena on verrata ja luokitella riskejä, auttaa siis päätöksenteossa oikean suunnitteluratkaisun valinnassa. Tässä tarkoituksessa riskin mittaamistarve on pääasiassa sidoksissa kohtaan d., mutta myös kohtien b. ja c. yhdistelmään. (Linderholm 1992)

Ruotsissa Väg- och trafik institutet on kehittänyt käytännöllisen metodin pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden turvallisuuden analysointiin ja arviointiin. Tutkimuksessa käytetään kahta epäsuoraa liikenneturvallisuuden mittausta, jotka perustuvat kohtaamistaajuuteen ajoneuvoliikenteen kanssa kevyen liikenteen ylittäessä liittymää. (Thulin & Obrenovic 1992)



Metodia sovellettiin Uppsalan keskusta-alueella ja yksityiskohtaisia tutkimuksia tehtiin noin 30 liittymässä. Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden liikenne- ja liikenneturvallisuustilanteet, tunnistaa ja osoittaa ongelmat sekä luoda lähtökohta toimenpiteiden päätöksentekoon. (Thulin & Obrenovic 1992)

Liittymiä videoitiin eri vuorokaudenaikoina tarkoituksena saada edustava otos. Kaikissa valituissa liittymissä tarkasteltiin kaikkia liikennevirtoja. Videomateriaalin perusteella tarkasteltiin kuinka usein jalankulkijat tai pyöräilijät olivat täysin vapaita (erillisiä) moottoriajoneuvoliikenteestä ylittäessään liittymän. Tämän perusteella määritettiin "erillisyyssaste" eli "vapaiden" jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden osuus ja "ei-erillisten jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden lukumäärä"; mitä korkeampi erillisyyssaste sitä matalampi onnettomuusriski ja mitä enemmän ei-erillisiä jalankulkijoita ja pyöräilijöitä sitä enemmän onnettomuuksia. (Thulin & Obrenovic 1992)

Raportissa verrattiin myös Uppsalan keskustan pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden liikenne- ja liikenneturvallisuustilanteita ja onnettomuuksia suuruusluokaltaan verrannollisiin Linköpingin, Norrköpingin, Västeråsin ja Örebron keskustoihin. Uppsalan keskustassa todettiin jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden alhaisempia onnettomuusriskejä kuin vertailukohteissa. Tosin Uppsalassa todettiin loukkaantuneissa jalankulkijoissa ja polkupyöräilijöissä suuri osuus vaikeasti loukkaantuneita. (Thulin & Obrenovic 1992)

Matala erillisyyssaste (korkea onnettomuusriski) todettiin vain kahdessa tutkitussa liittymässä. Molempien liittymien lävitse kulkee paljon sekä kevyttä että ajoneuvoliikennettä. Vaikka erillisyyssaste ei ollut matala muissa tutkituissa liittymissä kokonaisuutena katsottuna, esiintyi silti lukuisissa tapauksissa matalia erillisyyssasteita yksittäisillä jalankulku- ja pyöräilysuunnilla. (Thulin & Obrenovic 1992)

## **2.7 Muita tutkimusmenetelmiä**

### **2.7.1 Liikennetilanteiden simulointi**

Siirryttäessä pois varsinaisen liikenteen mittaamisesta tai tarkkailusta on seuraavana vaiheena eri tavoin jäljitellä liikennetilanteita tai niiden osia. Simulaattoreita on yksinkertaisista ohjausliikkeitä matkivista osasimuloinneista lähes täydellisiin ajomaiseman ja kiihtyvyyden tunnun tarjoaviin tietokoneella ohjattuihin simulaattoreihin saakka. Tietokoneilla voidaan simuloida liikennettä laajasti, kunhan on käytettävissä perustiedot ja riippuvuudet, joiden mukaan tietokone ohjelmoidaan. (Häkkinen & Luoma 1991)



Yksittäisen tienkäyttäjän toimintaa tutkittaessa voidaan käyttää ajosimulaattoreita tai vastaavia laitteita. Näillä on mahdollista tutkia ihmisen toimintaa kontrolloiduissa olosuhteissa, jotka ovat toistettavissa. Myös kriittisiä ja onnettomuustilanteita voidaan yrittää jäljitellä, joskaan niitä ei helposti saada psykologisesti luonnollisiksi. (Häkkinen & Luoma 1991)

Simulaattoreilla on tärkeä merkitys varsinkin tutkittaessa ihmisen toimintaa muuttavien tekijöiden vaikutusta. Esimerkiksi väsymyksen, alkoholin ja lääkeaineiden vaikutuksesta saadaan tällä tavoin yksityiskohtaista tietoa. Tällaista tutkimustahan ei voida tehdä varsinaisessa liikenteessä. (Häkkinen & Luoma 1991)

Yleisesti simulointi on erittäin vaativa tutkimusmenetelmä. Kun tutkittava ilmiö siirretään pois luonnollisesta ympäristöstään, saatetaan samalla kadottaa ilmiön keskeinen rakenne tai jopa koko ilmiö. Esimerkiksi fyysisen toimintaympäristön lähes täydellisenkään simuloiminen ei takaa menetelmän validiutta, jos koehenkilön tehtävän sisältö poikkeaa olennaisesti jäljiteltävästä tehtävästä. Yleensä simuloinnin validointi edellyttää joitakin vertailukelpoisia tietoja liikenteessä käyttäytymisestä. (Häkkinen & Luoma 1991)

### 2.7.2 Kokeelliset tutkimukset

Kokeellisissa tutkimuksissa halutaan selvittää jonkin ilmiön vaihtelun riippuvuus jonkin toisen tekijän vaihtelusta. Yhtä tekijää (riippumatonta muuttujaa) muutetaan ja katsotaan, miten tutkittava ilmiö (riippuva muuttaja) vaihtelee. (Häkkinen & Luoma 1991)

Ajokäyttäytymistä tutkittaessa käytetään usein koehenkilöitä, jolloin osa koehenkilöistä toimii toisten kontrolliryhmänä. Koehenkilöt ovat tietoisia siitä, että heidän käyttäytymistään tutkitaan. Joskus he tietävät myös tutkimuksen tarkoituksen. Nämä seikat vaikuttavat aina jotenkin koehenkilön käyttäytymiseen. Ongelmana onkin se, kuinka hyvin koetulokset vastaavat todellista liikennekäyttäytymistä. (Häkkinen & Luoma 1991)

Kokeellisten tutkimusten alue ja mahdollisuudet ovat erittäin laajat. Lähimpänä liikennetilanteita ovat tutkimukset, joissa rekisteröidään joitakin onnettomuus- tai käyttäytymismuuttujia tavallisesta liikenteestä koetilanteita vaihdellen ja toisaalta mahdollisimman kontrolloiduissa olosuhteissa. Koska olosuhteiden täydellinen kontrolloiminen kenttäkokeissa on mahdotonta, puhutaan niiden yhteydessä kvasikokeellisesta tutkimuksesta. (Häkkinen & Luoma 1991)

Laboratoriossa voidaan tutkia melkein mitä tahansa käyttäytymisen osaa. Tällaisia ovat esimerkiksi psykologiset testit, joilla pyritään laatimaan ennusteita liikennekäyttäytymisestä kuljettajien valintoja varten. Muita tavallisia liikennepsykologiassa käytettyjä kokeita ovat olleet reaktioaikako-  
keet, liikennemerkkien havaittavuuskokeet jne. Käytettävissä on satoja menetelmiä lähtien näköfunktioista ja reaktionopeudesta sekä päätyen simulaattoreita muistuttaviin laitteisiin. (Häkkinen & Luoma 1991)

Paljolti laboratoriokokeiden ja simuloinnin kaltaisia ovat ajokokeet, joissa koehenkilöt ajavat tavallisella ajoneuvolla keinotekoisissa kenttäolosuhteissa kuten suljetulla alueella. Nämä kokeet voivat kohdistua ajoneuvon hallintaan, arviointeihin, havaintoihin ym. suorituksiin. (Häkkinen & Luoma 1991)

Laboratoriokokeiden tuloksien tulkinnassa on oltava varovainen. Aivan samoin kuin simuloinnissa, menetelmän validiuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota, jottei johtopäätöksiä tehdä liian herkästi ja liikaa yleistäen. (Häkkinen & Luoma 1991)

Kokeellista tutkimusta on käytetty muun muassa selvittäessä varoitusvil-  
kun vaikutuksia autoilijoiden käyttäytymiseen. Tutkimuksessa haluttiin selvittää parantavatko koulualueiden lähellä käytettävät, liikennemerkkien yhteyteen asennettavat varoitusvilkut turvallisuutta. (Tie- ja vesirakennus-  
hallitus...1981)

Tutkimuksessa suoritettiin useampi osatutkimus. Ensimmäisessä koejärjes-  
telyssä kokeellisen tutkimuksen riippumattomana muuttujana käytettiin varoitusvilkkua sekä jalankulkijaa. Varoitusvilkku oli kytketty joko päälle tai pois päältä ja jalankulkija seiso i tien pientareella suojatien kohdalla, astui esiin tien penkereeltä tai ei ollut lainkaan paikalla. Riippuvana muuttujana tarkasteltiin ohiajavien autojen nopeutta. (Tie- ja vesirakennushallitus...  
1981)

Toisessa koejärjestelyssä riippuvana muuttujana tarkasteltiin jälleen ohiaja-  
vien autojen nopeutta, ja riippumattomana muuttujana varoitusvilkun sijaintia: lapsia -liikennemerkissä, suojatiemerkinä tai vilkun puuttumista kokonaan. Lisäksi tutkittiin varoitusvilkun aiheuttamia välittömiä reaktioita sekä autoilijoiden reaktioita yllättävissä tilanteissa. Myös näissä riippuvana muuttujana käytettiin joko auton nopeutta tai nopeuden muutosta. (Tie- ja vesirakennushallitus...1981)



Tutkimuksessa havaittiin uuden, vasta liikennemerkkiin asennetun vilkun aiheuttavan autojen nopeudenalennuksia, kun taas ajan myötä vilkun havaittiin alentavan nopeuksia vain jos paikalla on jalankulkijoita. Vilku näytti vaikuttavan nopeuksiin suojatien kohdalla silloin, kun se oli sijoitettu suojatiemerkin sijasta lapsia -liikennemerkkiin, jolloin sen tarkoituskin ymmärretään paremmin. (Tie- ja vesirakennushallitus...1981)

### **2.7.3 Teorioiden ja mallien kehittäminen**

Tehokas tutkimustyö, tutkimustulosten yhdistäminen ja yleistäminen sekä niiden soveltaminen käytäntöön edellyttävät liikennejärjestelmän ja liikennekäyttäytymisen yleistä teoriaa tai ainakin osamalleja. Tällaisia on tosin monia olemassakin, mutta niiden kehittäminen myös jatkuu. Viime aikoina on enenevästi tehty myös tutkimuksen tutkimusta: miten puutteelliset resurssit olisi suunnattava tutkimukseen, jotta niiden antama hyöty teorian kehittämisen tai käytännön sovellutusten kannalta olisi mahdollisimman suuri. (Häkkinen & Luoma 1991)

## **2.8 Liikenneteknisen tiedon hankinta**

### **2.8.1 Liikennelaskennat**

Tutkittaessa liikennekäyttäytymistä eri menetelmillä on olennaista selvittää liikenteestä muutamia perusasioita. Tutkimuskohteen liikennelaskennoilla selvitetään kohteen liikennevirrat. Samalla kontrolloidaan muiden tutkimusten kuten haastattelujen tutkimusmääriä eli suhteutetaan otos liikennevirtaan. Liikennelaskennat eivät kuitenkaan kerro mitään tienkäyttäjien lähtö- tai määräpaikoista ja ne kertovat vain liikenneverkon nykyisestä käytöstä, eivät tienkäyttäjien toiveista tai tarpeista. (Ljungberg 1982)

### **2.8.2 Nopeustutkimukset**

Nopeus ja nopeuserot ovat usein ainoat saavutettavissa olevat mitat pyöräilyn ajomukavuudelle. Ne ovat myös keskeisiä metodeja liikennejärjestelyjen tutkimuksessa, koska ne ovat vahvasti sidoksissa teknisen liikenneympäristön ominaisuuksiin. Nopeus voidaan mitata jonkin matkan keskinopeutena kahden pisteen välillä. Tutkalla mitattava pistenopeus on myös yksinkertainen menetelmä, kun halutaan tietää tienkäyttäjän nopeus esimerkiksi liittymässä. Se soveltuu hyvin muutosten vaikutusten arviointiin ennen - jälkeen-tutkimuksissa. (Ljungberg 1982)



### 3 TUTKIMUSKOhteet JA TUTKITTAVAT MUUTOSTOIMENPITEET

#### 3.1 Lähtökohtia

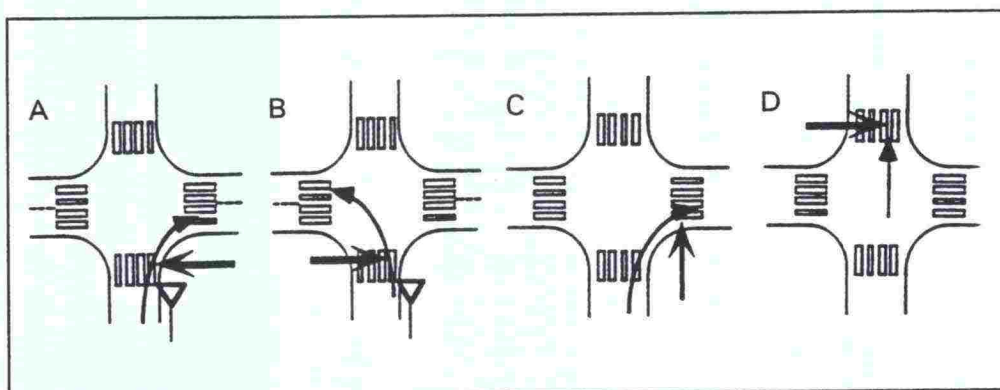
Tämän tutkimuksen tarkoituksena on löytää edullisia ja helposti sovellettavia liittymäratkaisuja kevyen liikenteen väylille turvallisuuden ja liikennöitävyyden parantamiseksi. Tutkimukseen valittujen teknisten ratkaisujen soveltuvuutta selvitettiin tarkkailututkimuksella.

Tutkimukseen valittiin kolme erilaista toimenpidettä, joiden vaikutuksia tutkittiin. Neljässä liittymässä tutkittiin värillistä päällystettä kevyen liikenteen väylän ylittäessä liittymän. Värillinen päällyste oli kahdessa kohteessa yhdistetty täysleveään suojatiemerkintään. Ajoin maalaattujen polkupyöräsymbolien sekä suojatien ja pyörätienjatkeen yhdistelmän vaikutusta tutkittiin yhdessä liittymässä. Niin ikään väistämiskiikan vaikutusta tutkittiin yhdessä kohteessa.

Tutkimuskohteet valittiin Hämeen ja Turun tiepiireistä. Kohteet pyrittiin valitsemaan niin, etteivät ne olisi onnettomuuksien kasautumiskohteita ja että niissä olisi riittävästi kevyttä liikennettä. Kevyen liikenteen liikennemääriä ei juuri ollut tiedossa, joten niitä arvioitiin lähinnä maankäytön perusteella. Kaikki liittymät olivat valo-ohjaamattomia liittymiä.

Tämän tarkkailututkimuksen tarkasteltavat kohtaamistyyppit valittiin Räsänen selvityksen (Räsänen 1994) mukaan yleisimpien liittymässä suojatiellä tapahtuneiden pyöräilijöiden ja autoilijoiden välisten onnettomuuksien pohjalta. Räsänen kartoitti 140 liikennevahinkojen tutkijalautakuntien neljällä paikkakunnalla tutkimaan henkilövahinkoon johtanutta polkupyöräonnettomuutta, jotka oli ilmoitettu poliisille tai tutkijalautakunnan lääkäriille keskussairaalan kautta. Onnettomuudet luokiteltiin kuuteen ryhmään tapahtumapaikan ja osallisten kulkusuuntien mukaan. Suojatieonnettomuudet liittymissä tapahtuivat tilanteissa, jossa pyöräilijä oli ajamassa liittymän yli suoraan eteenpäin suojatiellä, joka oli lähes aina yhdistetyn pyörätien ja jalkakäytävän jatke (yhteensä 42 onnettomuutta). (Räsänen 1994)

Kaiken kaikkiaan tässä tutkimuksessa tutkittiin neljää eri kohtaamistyyppiä. Kaikki tarkasteltavat kohtaamistyyppit ovat kuvassa 3.1. Kussakin liittymässä tarkasteltiin kolmea eri kohtaamistyyppiä, joille annettiin liittymäkohtaiset numerokoodit. Tarkasteltavat kohtaamistyyppit liittymäkohteittain on esitetty tulosten yhteydessä luvussa 5.



Kuva 3.1

*Tutkimuksessa tarkastellut kohtaamistyytit.  
(Räsänen 1994)*

Onnettomuudet A ja B tapahtuvat autoilijan kannalta hankalahkossa tilanteessa, jossa autoilija on kääntymässä väistämisvelvollisesta suunnasta päätielle. Tällöin autoilijalla ei usein riitä havaintokapasiteettia kevyen liikenteen huomioimiseen. Selkein yksittäinen onnettomuustyyppi on tilanne A, jossa moottoriajoneuvo kääntyy sivutieltä oikealle huomaamatta oikealta pyörätietä pitkin tulevaa pyöräilijää. (Räsänen 1994)

Värillisen päällysteen vaikutuksia kohtaamistyyppiin A tutkittiin Piikkiössä, Halikossa, Ylöjärvellä ja Kyröskoskella, polkupyöräsymbolien vaikutuksia Lempäälässä ja väistämisviivan vaikutuksia Kaarinassa. Kaikissa kohteissa tarkasteltiin siis vaikutuksia kohtaamistyyppiin A.

Vaikutuksia kohtaamistyyppiin B tarkasteltiin värillisen päällysteen tapauksista Ylöjärvellä ja Kyröskoskella. Polkupyöräsymbolien ja väistämisviivan vaikutuksia kohtaamistyyppiin B tarkasteltiin myös.

Oikealle kääntyvän autoilijan ja oikealta tulevan pyöräilijän ongelmaa (tyyppi A) on tutkittu Helsingissä, jossa toteutettiin ja testattiin pieniä toimenpiteitä, joiden tavoitteena oli saada nykyistä useampi oikealle kääntyvä kuljettaja vilkaisemaan oikealle jo ennen suojatielle tuloa. (Pasanen 1992)

Helsingin tutkimuksen toimenpiteinä olivat ajorataan maalatut varoitusmerkinnät, töyssy, korotettu suojatie, STOP-merkki, värillinen pyörätie, suojatien siirto ajoradan reunaan sekä asukastiedote. Hidastimilla (töyssy, korotettu suojatie, STOP-merkki) varustetuissa kohteissa vaarallisten kuljettajien osuus väheni ja turvallisten kuljettajien osuus kasvoi selvästi. (Pasanen 1992)



Onnettomuustyyppissä C risteystilanne on tavallaan autoilijan kannalta ohi eikä autoilija tajua enää varoa suoraan ajavaa pyöräilijää. (Räsänen 1994)

Muutostoimenpiteiden vaikutuksia kohtaamistyyppiin C tutkittiin kaikissa kohteissa eli kaikilla kolmella toimenpiteellä.

Onnettomuustyyppin C torjumiseksi valo-ohjaamattomissa liittymissä voidaan kokeilla erilaisia ratkaisuja. Viimeaikoina on julkaistu useita hollantilaisia ja saksalaisia tutkimuksia, joiden mukaan pyörätien kääntäminen ajoradan viereen kannattaa. Oikealle kääntyvät autoilijat huomaavat paremmin suoraan liittymän yli ajavat pyöräilijät. Myös tavaraliikenteen ajoneuvot huomaavat tällöin pyöräilijät helpommin oikean sivupeilin kautta. Sen vuoksi pyörätien kääntämisen ajoradan viereen pitäisi tapahtua vähintään 30 m ennen liittymää. Pyörätien kääntämistä ajoradan viereen ei suositella, jos liittymässä on paljon oikealle kääntyviä autoilijoita, sillä oikealle kääntyvän autoilijan odottaessa suoraan menevää pyöräilijää syntyy painetta takana tulevista autoista ajoneuvon odottaessa ajokaistalla. Mikäli pyörätie liittyy ajorataan (erotuskaista  $\leq 0,70$  m), ei ole tarpeen kääntää pyörätietä mihinkään suuntaan, koska autoilijat ovat jatkuvasti tietoisia pyöräilijöiden mahdollisesta olemassaolosta. (Liikenneministeriö 1995)

Valo-ohjatuissa liittymissä voidaan onnettomuustyyppin C ehkäisemiseksi kokeilla taaksevedettyä sulkuviivaa. Tässä ratkaisussa sulkuviiva on vedetty autoilijoiden osalta muutaman metrin taaksepäin. Näin ollen autoilijat voivat helpommin havaita suoraan menevät pyöräilijät, koska pyöräilijät pääsevät lähtemään liikennevaloista autoilijoiden edelle. Myös koko ajoradanlevyinen osa autojen edessä voi olla varattu pyöräilijöille. Tanskassa ja Ruotsissa on ratkaisua tutkittu ja sen on todettu selkeästi lisäävän pyöräilijöiden turvallisuutta. (Vejdirektorat 1994a, Linderholm 1992) Tämän ratkaisun soveltaminen Suomessa lienee sellaisenaan lähes mahdotonta, sillä Suomessa ei juuri ole ajoradan tasossa kulkevia yksisuuntaisia pyöräkaistoja.

Onnettomuustyyppissä D autoilija on ajamassa suoraan liittymän yli niin kuin pyöräilijäkin. Tässäkin tapauksessa autoilija on jo ohittanut liittymän, eikä huomaa varoa pyöräilijää. (Räsänen 1994)

Ainoastaan värillisen päällysteen vaikutuksia kohtaamistyyppiin D tarkasteltiin. Kohteina olivat tutkimuksen ainoat nelihaaraiset liittymät Piikkiössä ja Halikossa.

## **3.2 Värillinen päällyste**

### **3.2.1 Värillisen päällysteen käyttö**

Suomessa värilliset pyörätiet ovat harvinaisuuksia, useissa eurooppalaisissa maissa jo 10-15 vuotta käytettyjä keinoja osoittaa pyöräilijöiden paikka liikenteessä. Yleisin väri on punainen, jota käytetään etenkin Alankomaissa ja Saksassa. Tanskassa kaupunkipyöriteiden väri liittymissä on sininen. Kun punaista väriä käytetään yleensä koko pyörätien alueella, halutaan sinisellä värillä kiinnittää huomio liittymään tai muuhun vaaralliseen paikkaan. On myös joitakin kaupunkeja, joissa värien käyttö on päinvastaista tai värinä käytetään vihreää. (Tielaitos 1995)

Olennaista on, että pyöräilijöiden käyttämät kaistat erottuvat selkeästi muusta liikenteestä. On tärkeä ulottaa väri yli liittymän, jolloin järjestely samalla korostaa kääntyvän autoilijan väistämisvelvollisuutta pyöräilijään nähden. Värillisen pyörätien tarkoituksenmukaisuus kärsii jos pyöräilijän kannalta vaarallisimmassa paikassa, liittymässä, ei väylää ole korostettu. Väriä valittaessa tulee kiinnittää huomiota värinkestovaatimuksiin ja värin soveltuvuuteen muuhun ympäristöön. (Tielaitos 1995)

Malmön kaupungissa Ruotsissa käytetään sinistä päällystettä kaksisuuntaisen pyörätien ylittäessä valo-ohjatun liittymän. Joissakin tapauksissa värillistä päällystettä on käytetty myös valo-ohjaamattomissa liittymissä, lähinnä suuren yleisön niin vaatiessa. Tarkasteltaessa onnettomuuksien määrää ennen - jälkeen-vertailulla 37 liittymässä mitään muutoksia ei havaittu. Malmön kaupunki on kuitenkin päättänyt jatkaa värillisten päällysteiden käyttöä, koska malmöläiset pyöräilijät kokevat olonsa turvallisemmaksi saadessaan 'oman tilan' liittymässä. On mahdollista, että autoilijat havaitsivat pyöräilijät paremmin ja ovat varovaisia, mutta turvallisuusvaikutus kumoutuu pyöräilijöiden tuntiessa olonsa turvalliseksi ja näin ollen käyttäytyessä huolettomammin. (Karlsson 1995)

Linderholm tutki vuosina 1985-86 kolme edellä mainituista valo-ohjatuista liittymistä, joissa kaksisuuntaiset pyörätiet oli päällystetty sinisiksi. Tutkimus osoitti, että ainoastaan yhdessä neljästä tutkitusta kohtaamistyyppistä riskin pieneneminen oli havaittavissa. Tämä oli oikealle kääntyvän autoilijan ja 'väärästä' suunnasta tulevan pyöräilijän kohtaaminen. Linderholmin mielestä sininen päällyste ei huomattavasti paranna pyöräilijän turvallisuutta, koska arvioitu riskin pieneneminen perustui hyvin pieneen konfliktien määrään ja tämä pieneneminen ei saanut tukea vastaavien suuntien vuorovaikutuksen parantumisesta, jota tutkittiin myös. (Linderholm 1992)



Tanskassa sinistä päällystettä käytetään liittymissä, jotka ovat erityisen vaikeita ja onnettomuusriski pyöräilijöillä ja mopoilijoilla on erityisen suuri. Liittymissä käytetyn värillisen päällysteen ainut väri vaihtoehto on sininen. Myös erilaisia päällystemateriaaleja voidaan käyttää osoittamaan kunkin tienkäyttäjärühmän tila liikenneväylällä. Kussakin tapauksessa päällystemateriaalia valittaessa on myös punnittava mahdolliset haitat, kuten heikot kitkaominaisuudet, kuivatusongelmat, kunnossapito-ongelmat, melu ja kevyen liikenteen epämuovisuus. (Hagenzieker 1994)

Saksassa on tutkittu, että punaiset tai eri päällystemateriaalia kuin ajorata olevat pyöräilijöiden sekoittumiskaistat liittymissä ovat turvallisempia suoraan meneville pyöräilijöille kuin vastaavat kaistat, jotka on merkitty ainoastaan tiemerkinnoilla. Liittymien sekoittumiskaistoja suositellaan usein, kun pyöräliikenne tarvitsee ohjausta liittymän ylitykseen ja liittymään tulevilla väylillä on pyöräväylät. Vaikkei pyöräväyliä olisikaan, mutta pyöräliikenteen ohjaus nähdään välttämättömäksi, näitä sekoittumiskaistoja suositellaan. (Hagenzieker 1994, Forschungsberichte... 1992)

Alankomaissa värillistä päällystettä käytetään kevyen liikenteen väylien yhteydessä yleensä vain pyöräteiden tai -kaistojen linjaosuuksilla. (Slop 1995)

Tässä tutkimuksessa värillistä päällystettä kokeiltiin ainoastaan liittymissä; kohdissa, joissa kevyen liikenteen väylä ylitti ajoradan. Värillinen päällyste oli kahdessa kohteessa yhdistetty täysleveään suojatiemerkinntään.

Päällystemateriaalina käytettiin vielä kokeiluasteella olevaa Teknos Winter Oy:n Tiemerkinntämassa 2000 punaista. Massa on muutoin kuin värisävyyn osalta identtinen Tiemerkinntämassa 2000 valkoisen kanssa. Massan värisävy oli tiilenpunainen. (Lukkarila 1995)

Tiemerkinntämassa 2000 on kaksikomponenttinen, nopeasti kovettuva liuotteeton massa. Sitä käytetään teiden, katujen, paikoitusalueiden, lentokenttien ym. liikenteen vaatimien kohteiden kestoimerkinntässä. Massalla voidaan tehdä 2-4 mm paksuja kestoimerkinntöjä ja se tarttuu asfalttiin, betoniin ja vanhoihin tiemerkinntöihin. Tarvittaessa massan päälle voidaan sirotella heijastavia lasihelmiä tai kulutuskestävyyttä parantavaa kvartsirouhetta. (Anon. 1995)

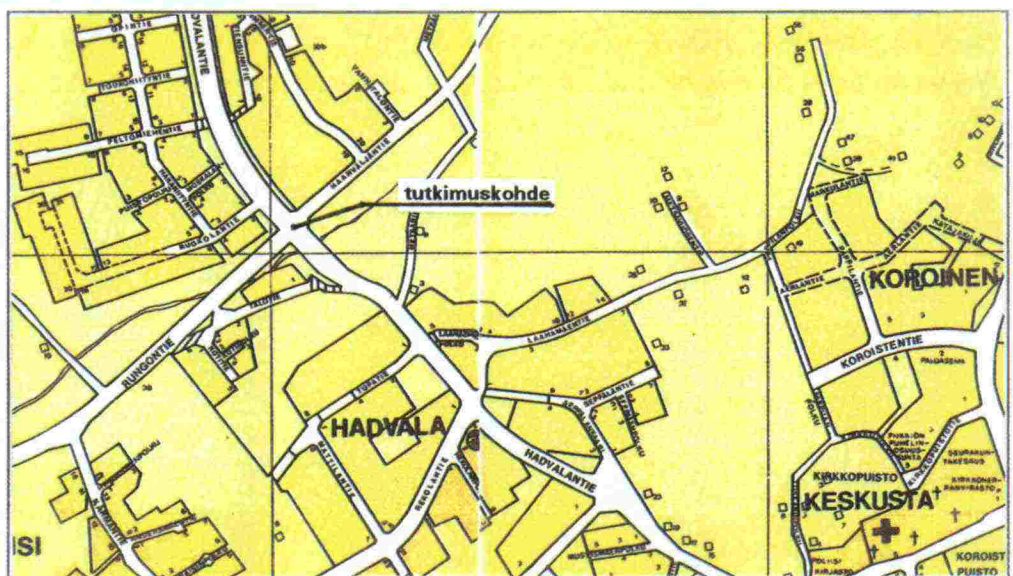
Tutkimuskohteissa massa levitettiin kuumamassakuupalla. Ennen massausta komponentit (massa, kvartsihiekkä ja kovete) sekoitetaan huolellisesti. Massa voidaan levittää myös rajaamalla merkintä teipillä tai sabloonalla ja levittää massa paikalleen esimerkiksi lastalla. Massa voidaan levittää myös työnnettävällä tai koneellisesti liikuteltavalla vetolaatikkolaitteella. (Anon. 1995)

### 3.2.2 Piikkiö

Piikkiössä sijaitseva liittymäkohde on paikallisteiden 12193 ja 12190 sekä kaavatien Haanväljantie muodostama nelihaaraliittymä. Paikallistie 12190 sekä 12193 Piikkiön keskustan suuntaan ovat etuajo-oikeutettuja. Liittymä-alue on tasainen, mutta Piikkiön keskustan suuntaan alkaa ylämäki. Liittymässä on erinomaiset näkemät.

Paikallisteiden 12190 ja 12193 yhteydessä on yksipuolinen, välikaistalla erotettu kevyen liikenteen väylä. Kevyen liikenteen väylän leveys on 3 m ja välikaistan leveys 5-6 m. Kevyen liikenteen väylä risteää ajoradan suorassa linjassa, ei liittymästä poispäin vedettynä. Liittymässä on kaksi suojatietä: paikallistien 12193 ylitse (Turun suunta) sekä paikallistien 12190 ylitse. Liittymässä ei ole suojatiesaarekkeita.

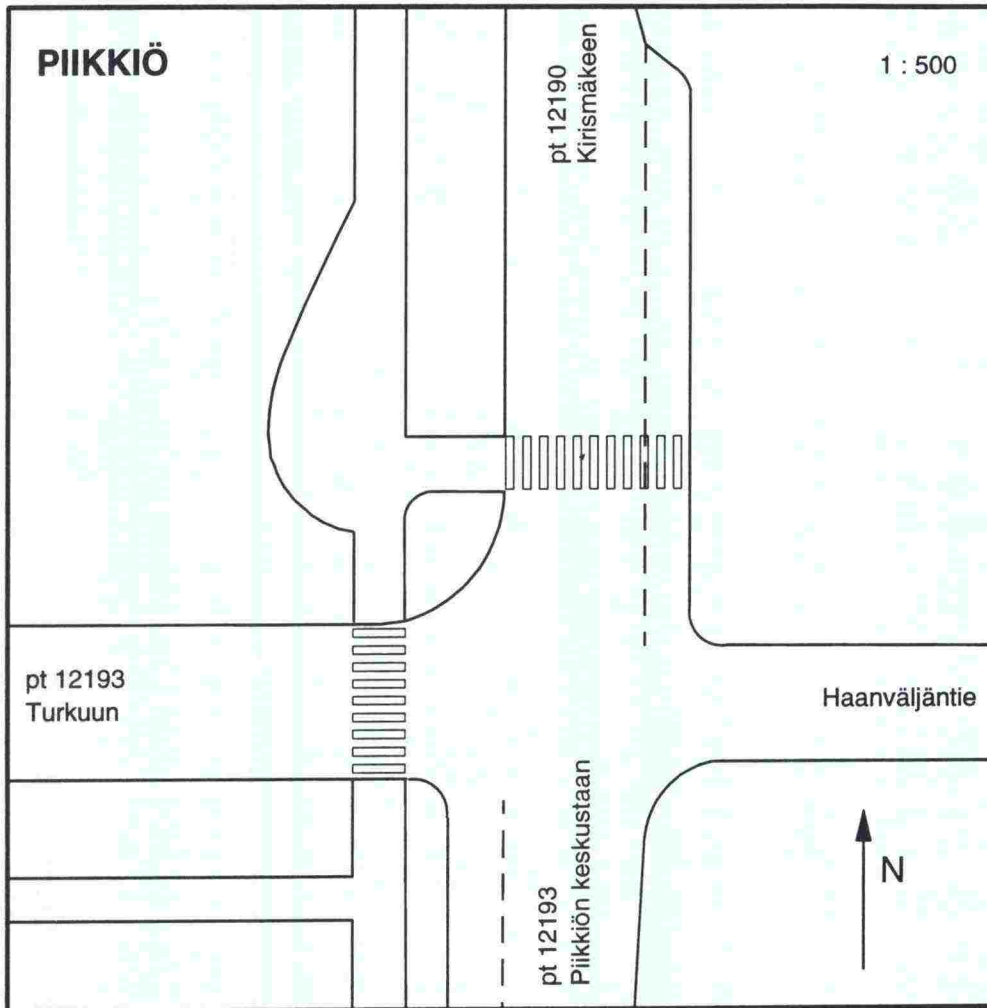
Liittymässä on kolme linja-autopysäkkiä; kaikilla paikallisteiden haaroilla. Kirismäen suuntaan olevan kevyen liikenteen väylän yhteydessä on myös polkupyörien pysäköintitila. Liittymän sijainti on esitetty *kuvassa 3.2a* ja liittymä *kuvassa 3.2b*.



Kuva 3.2a

Piikkiön tutkimuskohteen sijainti.

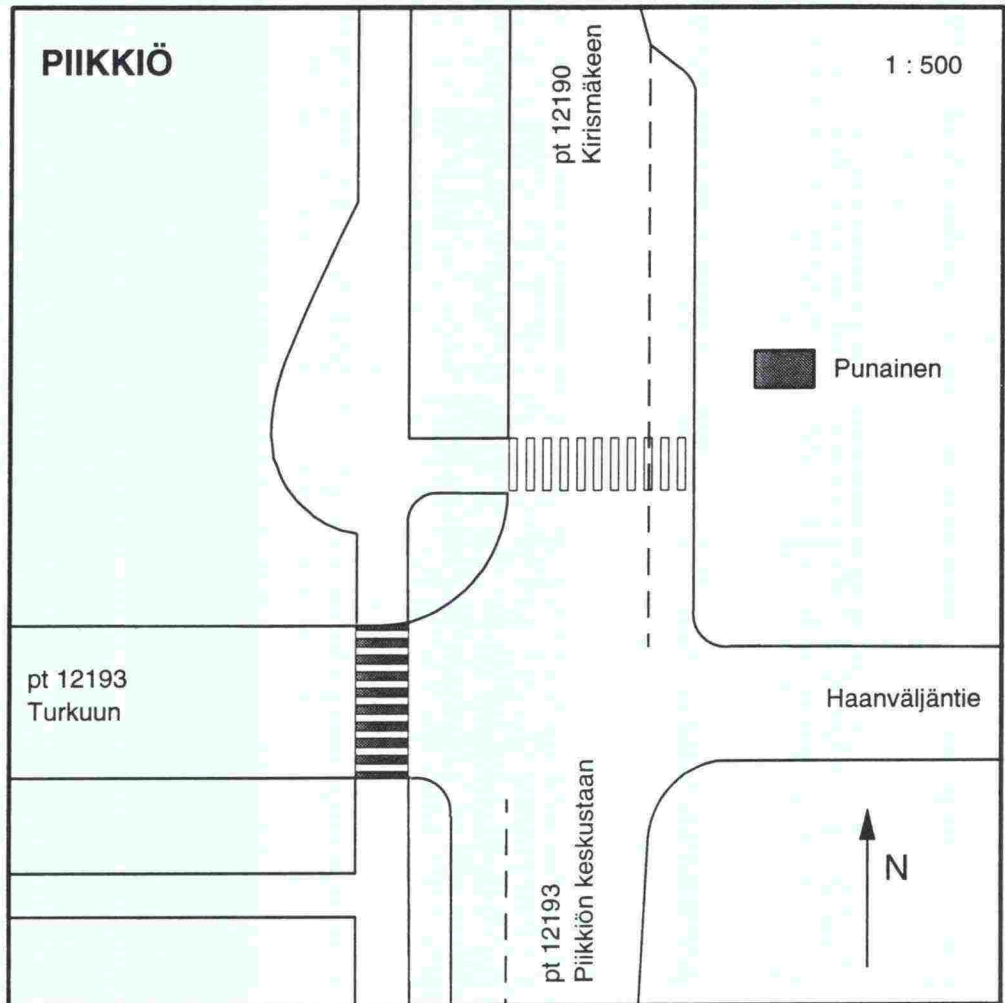




Kuva 3.2b

Piikkiön liittymä ennen-tilanteessa.

Värillinen päällyste Piikkiön liittymässä tehtiin kevyen liikenteen väylän ylityskohtaan (kuvat 3.2c ja 3.2d). Punainen päällyste ylityksessä merkittiin yhdessä suojatien kanssa.



Kuva 3.2c

Piikkiön liittymä jälkeen-tilanteessa.



Kuva 3.2d

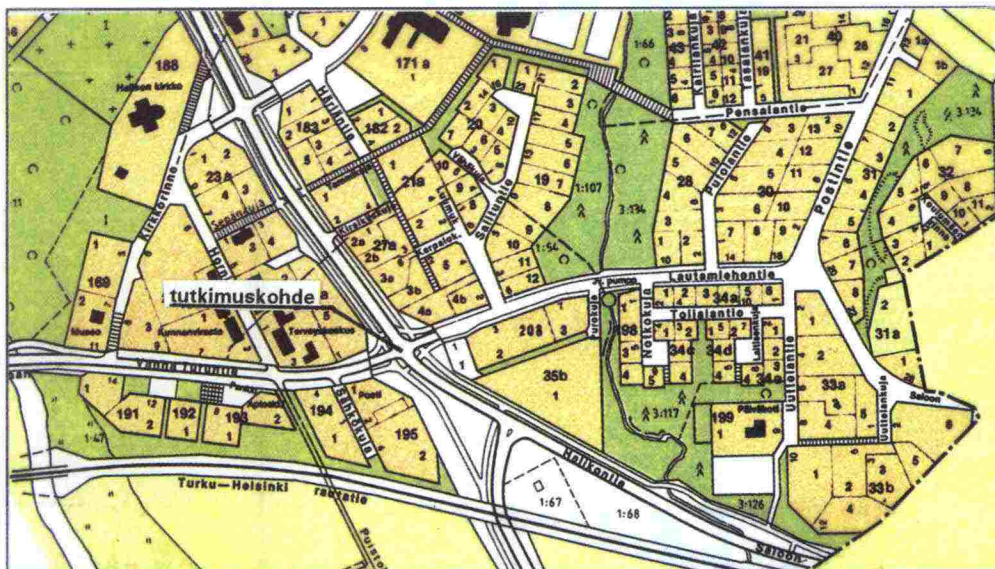
Piikkiön liittymä jälkeen-tilanteessa.



### 3.2.3 Halikko

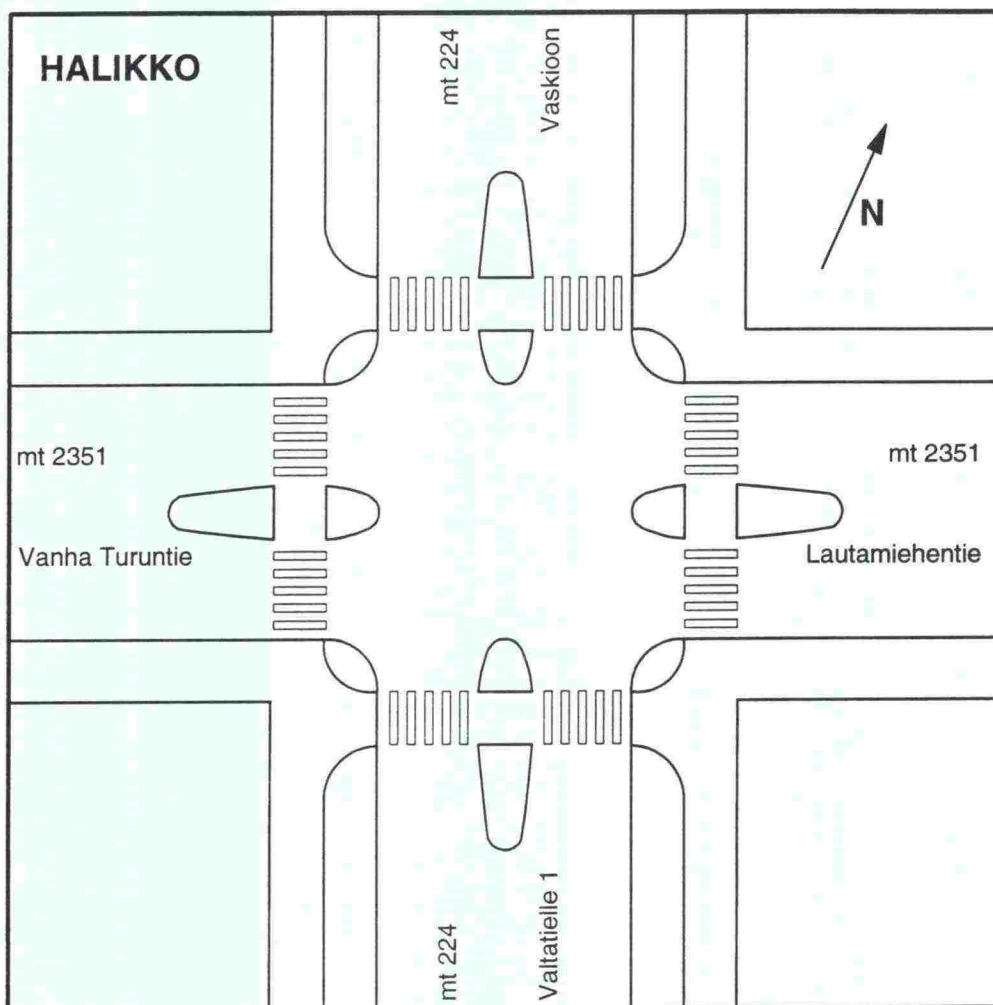
Liittymä on maanteiden 224 ja 2351 muodostama nelihaaraliittymä ja se sijaitsee Halikon keskustassa. Maantie 224 on liittymän pääväylä ja maantie 2351 on väistämisvelvollinen. Maantie 224 on nimetty liittymästä pohjoiseen Vaskiontieksi ja liittymästä etelään Halikontieksi. Vastaavasti liittymän länsipuolinen osa maantiellä 2351 on Vanha Turuntie ja itäinen osa Lautamiehentie. Halikontietä Vaskiontien suuntaan mentäessä on loivahko, mutta pitkä ylämäki. Liittymässä on hyvät näkemät.

Maantien 224 molemmin puolin kulkee välikaistalla erotettu kevyen liikenteen väylä, tosin länsipuolinen väylä päättyy noin 200 metriä liittymän eteläpuolella. Kevyen liikenteen väylän leveys on 3 m ja välikaistan leveys 5-6 m. Lautamiehentiellä on molemmin puolin korotetut jalkakäytävät. Jalkakäytävien leveys on 2,7 m. Vanhan Turuntien pohjoispuolella on korotettu jalkakäytävä ja eteläpuolella välikaistalla erotettu kevyen liikenteen väylä. Kaikissa neljässä kevyen liikenteen ylityskohdassa on suojatie ja suojatiesaareke. Suojatiemerkinnot ovat melko kuluneet. Liittymän sijainti on esitetty *kuvassa 3.3a* ja liittymä *kuvassa 3.3b*.



Kuva 3.3a

*Halikon tutkimuskohteen sijainti.*



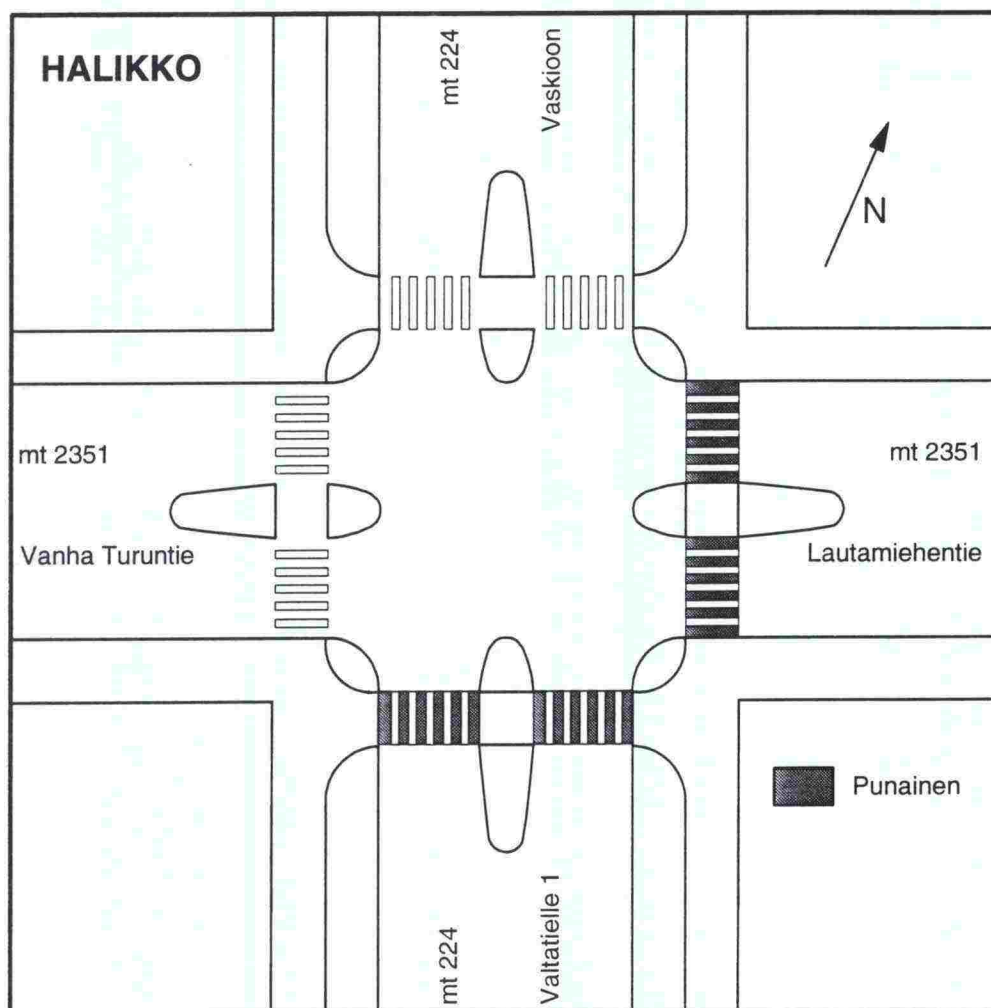
Kuva 3.3b

Halikon liittymä ennen-tilanteessa.

Värillinen päällyste tehtiin maantien 224 suuntaisen, itäpuolisen kevyen liikenteen väylän liittymäalueelle, Lautamiehentien ajoradan ylityskohtaan. Kevyen liikenteen väylä risteää Lautamiehentien suoraan, eli sitä ei ole vedetty liittymästä poispäin. Punainen päällyste toteutettiin yhdessä suojatien kanssa, joten normaalin, valkoisen suojatien välit tehtiin siis punaisiksi. Värillinen päällyste ei näkynyt erityisen selvästi Vaskiosta päin tullessa. Myös auringon häikäisy vaikutti asiaan. Muutoksen jälkeinen liittymä on esitetty kuvissa 3.3c ja 3.3d.

Toteutusvaiheessa värillinen päällyste tehtiin ensin epähuomiossa liittymän eteläpuoliselle kevyen liikenteen väylän ylitykselle. Näin ollen liittymään jäi itse asiassa kaksi risteävää, värillistä kevyen liikenteen ylityskohtaa.





Kuva 3.3c

Halikon liittymä jälkeen-tilanteessa.



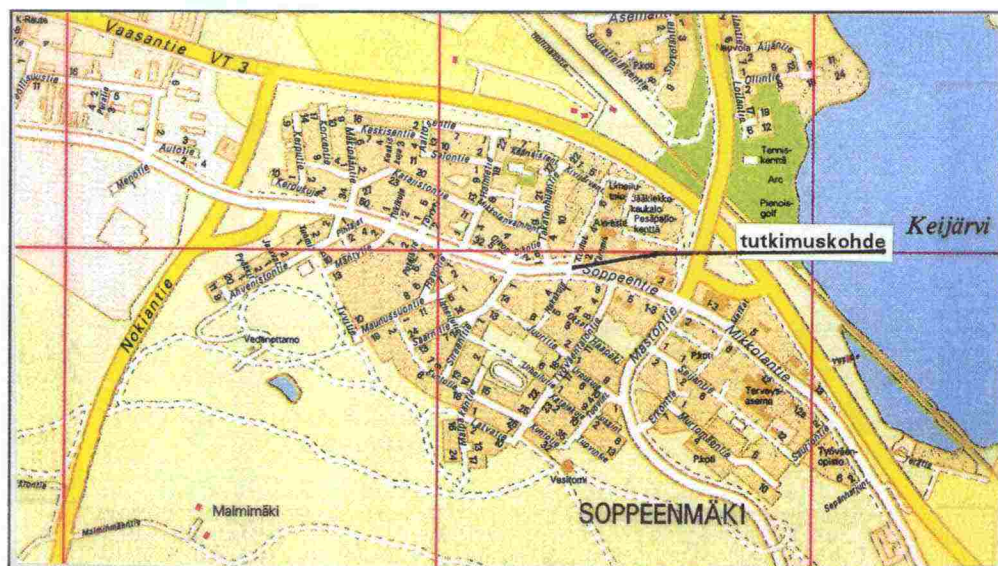
Kuva 3.3d

Halikon liittymä jälkeen-tilanteessa.

### 3.2.4 Ylöjärvi

Ylöjärvellä tutkimuskohteena oli paikallistien 13799 (Soppeentie) ja kaavatien Koulutie kolmihaarainen liittymä. Noin 10-15 metriä Koulutien liittymästä Soppeentien toisella puolella on lähinnä tonttiliittymänä palveleva kaavatien (Hakakuja) liittymä. Soppeentie on etuajo-oikeutettu. Ylöjärven keskustaan mentäessä on alamäki. Liittymässä on melko hyvät näkemät.

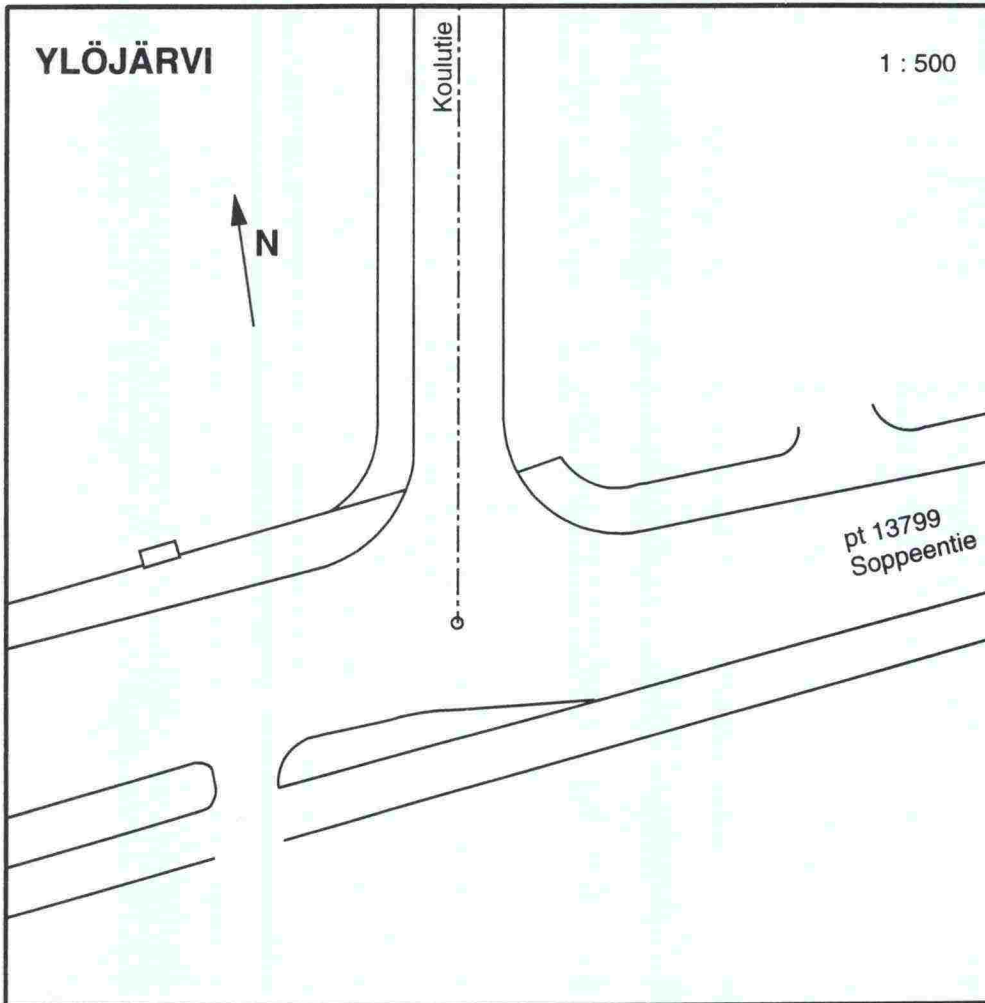
Soppeentien molemmin puolin kulkee kevyen liikenteen väylä; eteläpuolella välikaistalla erotettuna, pohjoispuolella taas Koulutiestä itään ajoradan reunassa korotettuna ja Koulutiestä länteen välikaistalla erotettuna. Korotetun väylän leveys on 3 m ja erotetun väylän leveys 2,5 m. Liittymässä ei ole suojatietä. Molemmin puolin Soppeentietä on linja-autopysäkit. Liittymän sijainti on esitetty *kuvassa 3.4a* ja liittymä *kuvassa 3.4b*.



Kuva 3.4a

Ylöjärven tutkimuskohteen sijainti.

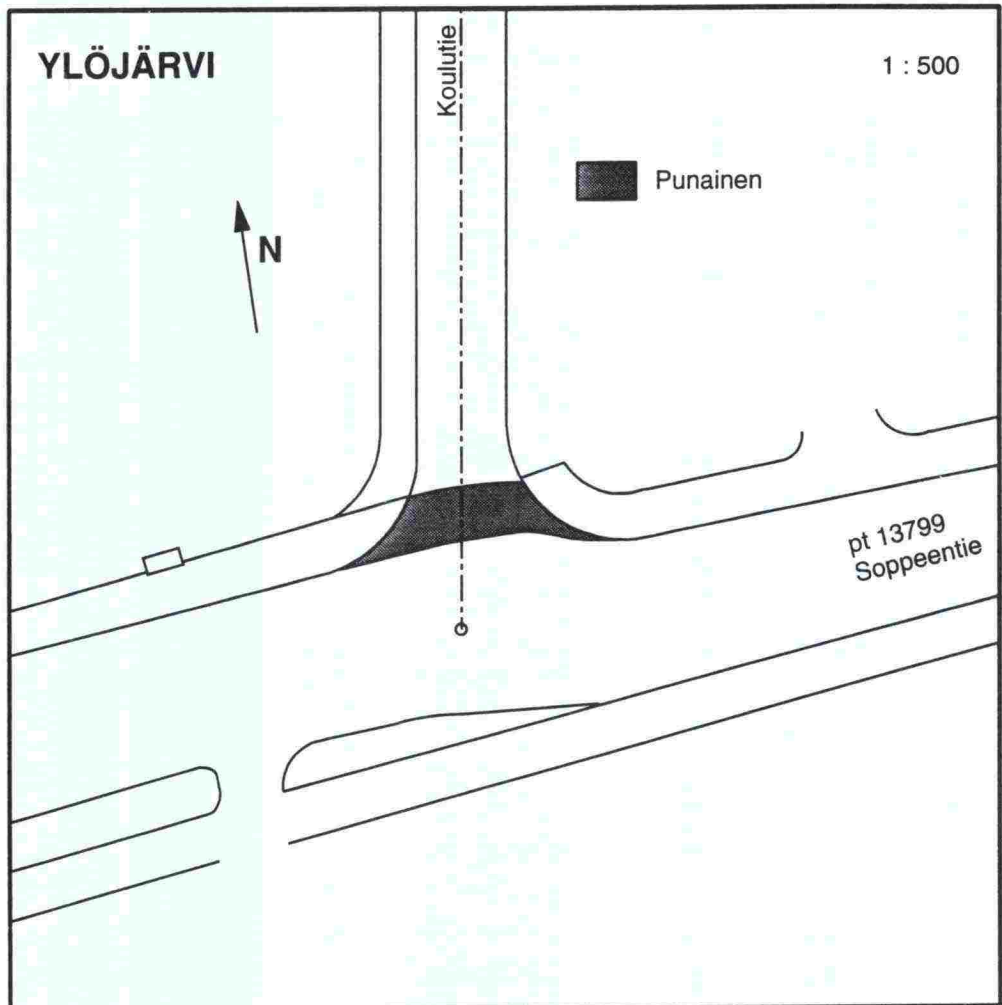




Kuva 3.4b

Ylöjärven liittymä ennen-tilanteessa.

Värillinen päällyste tehtiin Soppeentien pohjoispuolisen kevyen liikenteen väylän ja Koulutien ylityskohtaan. Paikalla ei siis alunperin ollut suojatietä (ei liikennemerkillä eikä tiemerkinälläkään osoitettua), joten värillinen päällyste tehtiin jatkuvana alueena Koulutien ylitse. Koska kevyen liikenteen väylä muuttui liittymässä välikaistattomasta välikaistalliseksi, eikä näin ollen kulkenut suoraan, värillinen päällyste pyrittiin tekemään jouhevasti ajoradan reunaa mukaillen. Muutos on esitetty kuvissa 3.4c ja 3.4d.



Kuva 3.4c

Ylöjärven liittymä jälkeen-tilanteessa.



Kuva 3.4d

Ylöjärven liittymä jälkeen-tilanteessa.

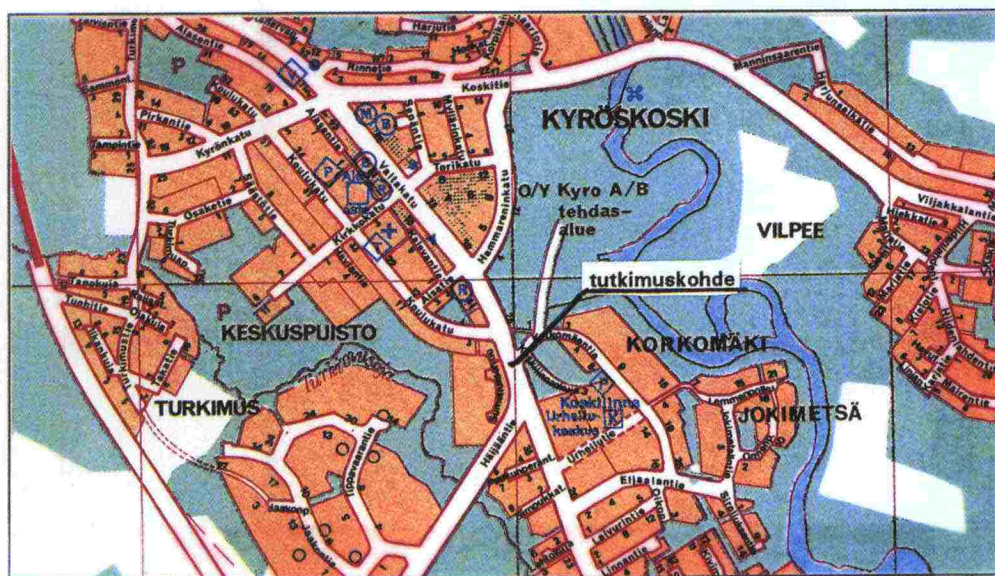


### 3.2.5 Kyröskoski

Kyröskoskella tutkimuskohteeksi valittiin maantien 276 (Valtakatu) ja kaava-tien Korkomäentie kolmihaarainen liittymä. Liittymä sijaitsee noin 200 m Kyröskosken varsinaisen keskustan ulkopuolella. Noin 20 metriä liittymästä on tonttiliittymänä toimiva Sumeliuksentie -kaavatien liittymä. Korkomäen-tietä pääsee Korkomäen ja Jokimetsän asuinalueille sekä Oy Kyro Ab:n tehtaalle (sittemmin Metsä-Serla). Tehtaasta johtuen liittymässä on run-saasti raskasta liikennettä. Maantie on etuajo-oikeutettu. Liittymä on tasaisella alueella, mutta Korkomäentieltä liittymään tultaessa on ylämäki. Ylämäki on melko jyrkkä ja erityisesti talvella autojen nopeudet ovat suuria. Liittymässä on melko hyvät näkemät lukuunottamatta tilannetta, jossa Korkomäentieltä tultaessa pysähdytään kevyen liikenteen väylän eteen. Tällöin tehtaan opastemerkki estää näkyvyyden vasemmalle.

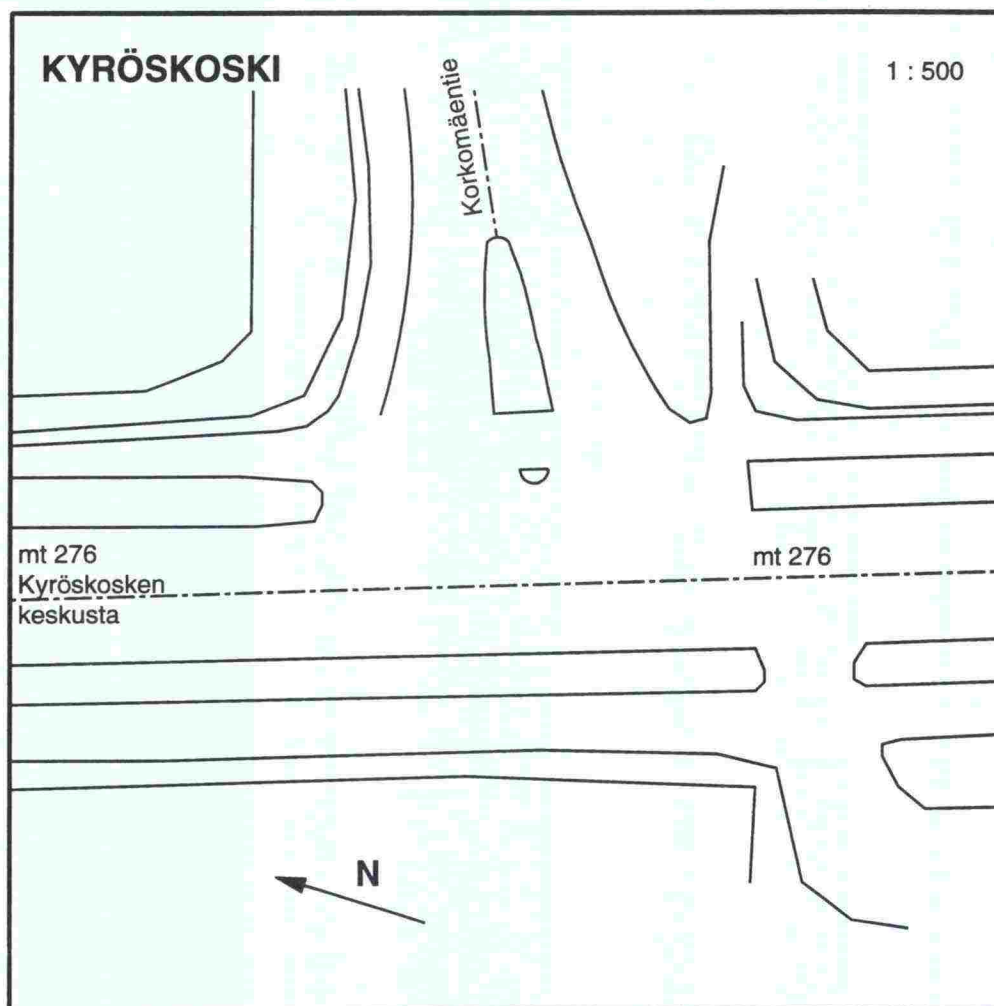
Kyröskosken keskusta on vastikään muutettu. Keskustan halkaisevalle Valtakadulle on tehty kolme liikenneympyrää ja katuja on kavennettu. Taajamakuva on parannettu kiveyksin ja istutuksin.

Maantien molemmin puolin kulkee välikaistalla erotettu kevyen liikenteen väylä. Kevyen liikenteen väylien leveydet vaihtelevat 2,5-2,7 m. Välikaistan leveys on Korkomäentien puolella noin 4 m ja maantien toisella puolella noin 3 m. Liittymässä ei ole suojatietä, mutta Korkomäentien ylityksessä kevyen liikenteen väylällä on saareke. Kevyen liikenteen väylää ei ole vedetty pois-päin ajoradasta liittymän kohdalla. Liittymän sijainti on esitetty *kuvassa 3.5a* ja liittymä *kuvassa 3.5b*.



Kuva 3.5a

*Kyröskosken liittymän sijainti.*



Kuva 3.5b

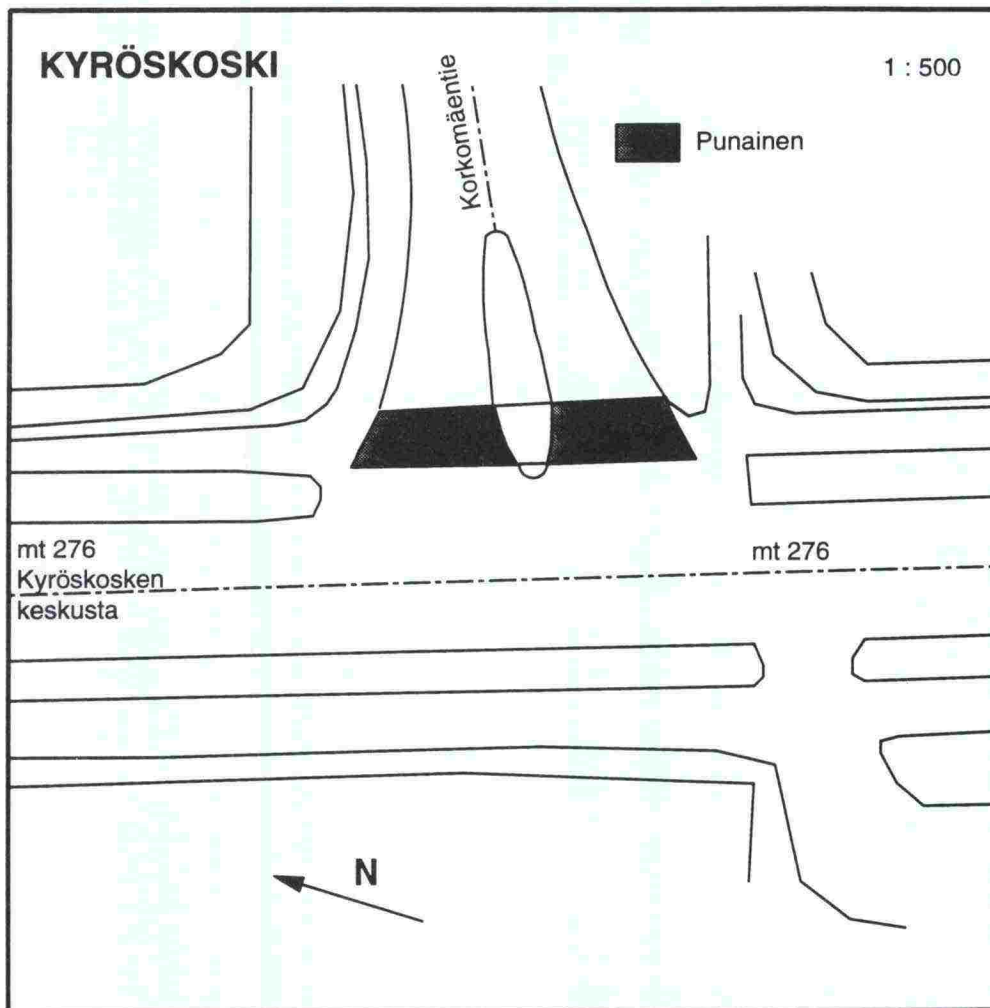
Kyröskosken liittymä ennen-tilanteessa.

Liittymään tehtiin värillinen päällyste kevyen liikenteen väylälle liittymän kohdalle. Päällyste tehtiin jatkuvana alueena, sillä liittymässä ei ollut suoja tietä. Jälkeen-tilanne on esitetty kuvissa 3.5c ja 3.5d.

Tutkimusjakson aikana maantiellä 276 tehtiin myös muita muutostöitä. Kevyen liikenteen väylää jatkettiin keskustasta poispäin ja maantietä kanavoitiin saarekkein. Tutkimuskohteena olevan liittymän kohdalle ei tehty muutoksia lukuunottamatta maantien reunakiveyksiä. Kesän aikana Hämeenkyrön suunnasta oli suljettu yksi kaavatietä, jolloin kulku suljetun kaavatien takaiselle alueelle tapahtui Korkomäentien kautta.

Erityisesti Kyröskoskella havaittiin värillisen päällysteen voimakas haju, joka ilmeni varsinkin kostealla ilmalla.





Kuva 3.5c

*Kyröskosken liittymä jälkeen-tilanteessa.*

Kuva 3.5d

*Kyröskosken liittymä jälkeen-tilanteessa.*

### 3.3 Polkupyöräsymbolein merkitty pyörätienjatke

#### 3.3.1 Polkupyöräsymbolien käyttö

Polkupyöräsymboleita käytetään Alankomaissa osoittamaan pyöräilijän liikennetila mm. pyöräteillä ja -kaistoilla, ei niinkään liittymissä. Mikäli pyöräkaista kulkee samassa tasossa ajoradan kanssa, on kolme mahdollista toteutustapaa:

1) Pyöräkaista on merkitty jatkuvalla valkealla reunaviivalla ja pyöräkaistalla olevalla polkupyöräsymboleilla; pyöräilijöiden on käytettävä pyöräkaistaa eivätkä autoilijat saa ylittää valkeaa viivaa. Tämän tyyppinen kaista on käytössä vain linjaosuuksilla, sillä liittymissä se ei tietenkään toimi kääntyvien ajoneuvojen vuoksi. Pyöräkaista voidaan myös päällystää värilliseksi.

2) Pyöräkaista on merkitty ajoradan reunaan valkealla katkoviivalla ja pyöräkaistalla olevalla polkupyöräsymbolilla; pyöräilijän on edelleen käytettävä kaistaa, mutta autoilijat voivat mm. väistää tai ryhmittyä pyöräkaistalle tarvittaessa. Tämä ratkaisu voi jatkua myös liittymän yli.

3) Pyöräkaista on merkitty ajoradan reunaan valkealla katkoviivalla kuten edellä, mutta sillä ei ole polkupyöräsymboleita; kaista on pyöräilijöille ohjeellinen ja myös autot voivat käyttää kaistan tilaa, jopa pysäköidä sille.

Näitä ratkaisuja käytetään lähinnä taajamien ulkopuolella tai reuna-alueilla, eli verrattavissa suomalaisiin taajamiin, ei niinkään kaupunkikeskustoihin. (Slop 1995)

#### 3.3.2 Lempäälä

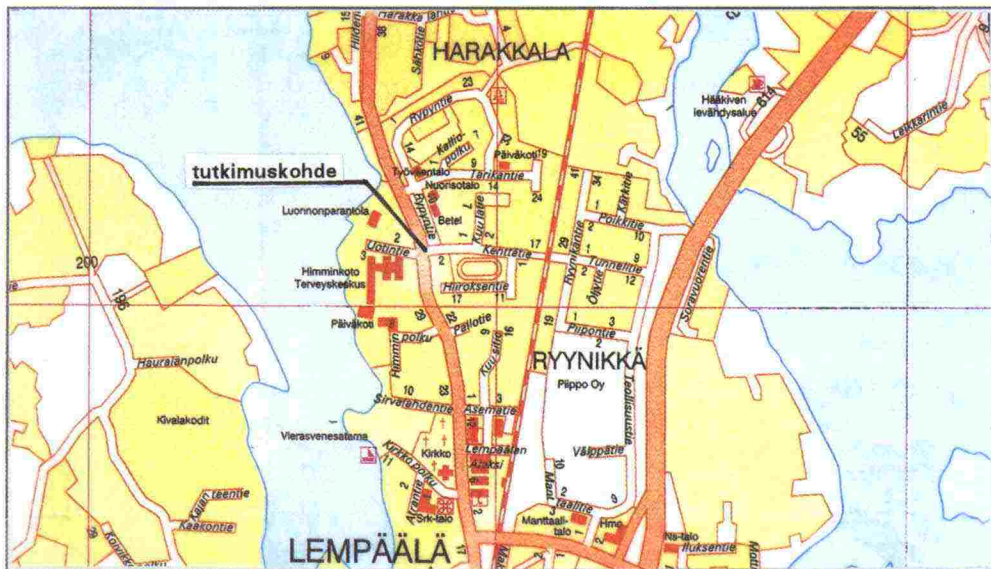
Lempäälän keskustassa sijaitseva tutkimuskohde on maantien 306 (Tampereentie) ja kaavatien Kenttätie kolmihaarainen liittymä. Noin 20 metriä liittymästä Tampereentien toisella puolella on Uotintie -kaavatien liittymä. Uotintien ja Kenttätien liittymien välissä on Tampereentien ylittävä suojatie, jolla on myös suojatiesaareke. Tampereentie on etuajo-oikeutettu. Pääväylällä liittymästä pohjoiseen mentäessä sekä Kenttätieltä liittymään tultaessa on loiva alamäki. Liittymässä on hyvät näkemät.



Tampereentien molemmin puolin kulkee kevyen liikenteen väylä. Kevyen liikenteen väylä on rinnakkainen, eli jalankulkijat ja pyöräilijät on eroteltu toisistaan. Kevyen liikenteen väylän leveys on 4 m (2 m + 2 m). Tampereentien länsipuolinen väylä on erotettu ajoradasta kapealla (0,5-1 m) välikaistalla, kuten myös itäpuolinen väylä Kenttätiestä pohjoiseen. Kenttätiestä etelään oleva itäpuolinen väylä on ajoradan reunasta korotettu väylä. Kenttätiestä ja Uotintiestä pohjoiseen jalankulku ja pyöräily on eroteltu pelkällä kestopäällysteisen väylän keskiviivalla, eteläpuolella taas on käytetty jalankulkuosalla kiveystä ja pyöräilyosalla kestopäällystettä, joten erottelu on merkitty kiveyksellä ja pintamateriaalieroilla. Kenttätien liittymässä on tavallinen, joskin kulunut suoja-atie.

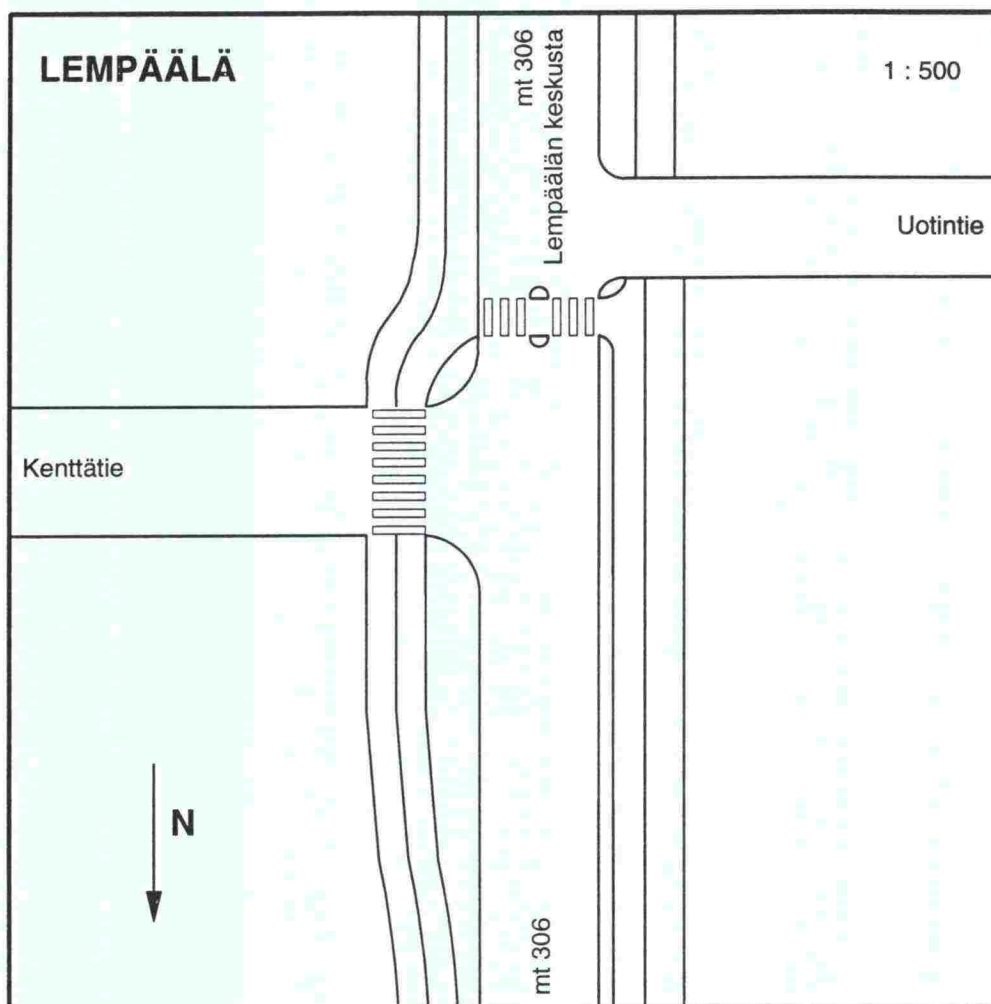
Tutkimuksen aikana jalankulkijat ja pyöräilijät eivät noudattaneet erottelua erityisen tunnollisesti. Useat Kenttätieltä Tampereentietä etelän suuntaan kulkevat pyöräilijät ja jalankulkijat käyttivät polkua, joka oikaisee Kenttätieltä suoraan kevyen liikenteen väylälle.

Liittymän sijainti on esitetty kuvassa 3.6a ja liittymä kuvassa 3.6b.



Kuva 3.6a

Lempäälän tutkimuskohteen sijainti.

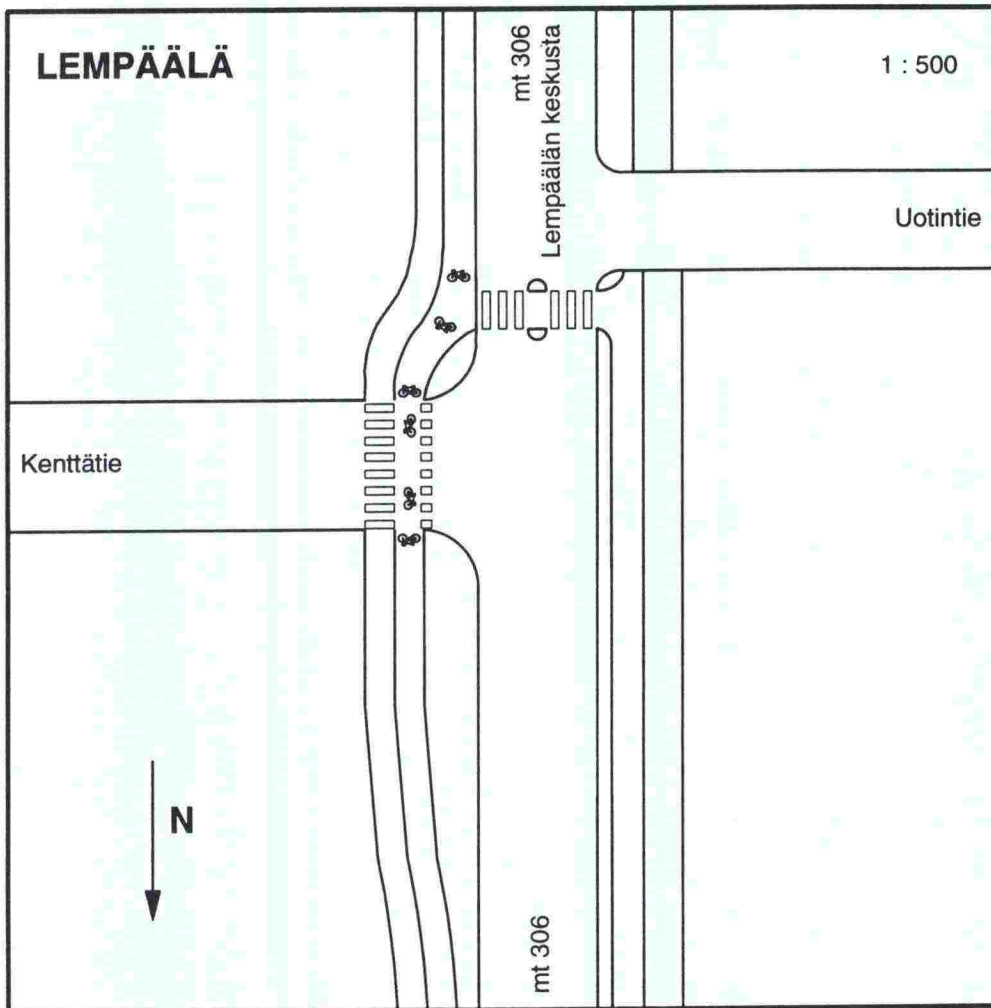


Kuva 3.6b

Lempäälän liittymä ennen-tilanteessa.

Lempäälän liittymään tehtiin uudet tiemerkinnot *kuvien 3.6c ja 3.6d* mukaisesti. Leveän suojatien sijasta merkittiin kapeampi suojatie yhdessä pyörätienjatkeen kanssa. Ajoradalle merkittiin polkupyöräsymbolit kummastakin ajosuunnasta katsottuna. Lisäksi kevyen liikenteen väylän pyöräilyosalle merkittiin polkupyöräsymboleita. Merkinnot tehtiin Tiemerkinntämassa 2000 valkoisella. Massan ominaisuudet on selostettu värillisen päällysteen yhteydessä luvussa 3.1. Merkinnot toteutus oli hieman epäsiisti.





Kuva 3.6c

*Lempäälän liittymä jälkeen-tilanteessa.*



Kuva 3.6d

*Lempäälän liittymä jälkeen-tilanteessa.*

### 3.4 Väistämisviiva

#### 3.4.1 Väistämisviivan käyttö

Suomen tieliikenneasetuksen 34a § (21.2.1992/163) sanoo väistämisviivasta seuraavaa: "Väistämisviiva on pienistä valkoisista kolmioista muodostuva tien poikkisuuntainen viiva. Väistämisviivalla voidaan tehostaa liikennemerkillä 222 (väistämisvelvollisuus kohdattaessa) tai 231 (väistämisvelvollisuus risteyksessä) ilmoitettua väistämisvelvollisuutta." Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista 32a § (21.2.1992/164) määrittelee puolestaan väistämisviivalle: "Väistämisviivan kolmioiden leveys on 50 cm ja korkeus 60 cm. Kolmioiden väli on 30-50 cm. Kolmiot sijoitetaan tasavälein." (Tieliikennelait 1995)



Tieliikenneasetusta valmistellut työryhmä perustelee asetuksen seuraavasti: "Merkintä lisää väistämisvelvollisuuden havaittavuutta ja sen uskotaan näin parantavan liikenneturvallisuutta." (Liikenneministeriö 1991)

Väistämisviivamerkintöjä on useissa Euroopan maissa käytetty turvallisuuden lisäämiseksi risteysalueilla. Väistämisvelvollisuutta korostetaan yleensä liikennemerkein. (Tielaitos 1995) Eräissä maissa voidaan siis pelkällä väistämisviivalla osoittaa väistämisvelvollisuus.

Alankomaissa väistämisviivaa käytetään lähes kaikkialla väistämisvelvollisuusliikennemerkin yhteydessä. Se on ollut käytössä jo vuosikymmeniä ja on aivan perusratkaisu tiemerkinnoissa. (Slop 1995)

Norjassa väistämisviivaa käytetään yleensä sivutieltä tullessa sivutien ylittävän suojatien edessä. Mikäli suojatien ja pyöräkaistan väli on suurempi kuin 5 m, voidaan väistämisviiva merkitä myös pyöräkaistan eteen. (Vegdirektoratet 1993)

Niinikään Iso-Britanniassa väistämisviiva on käytössä etuajo-oikeutettujen teiden liittymissä. Tosin se voidaan merkitä myös leveillä katkoviivoilla kolmioiden asemesta. (Hagenzieker 1994)

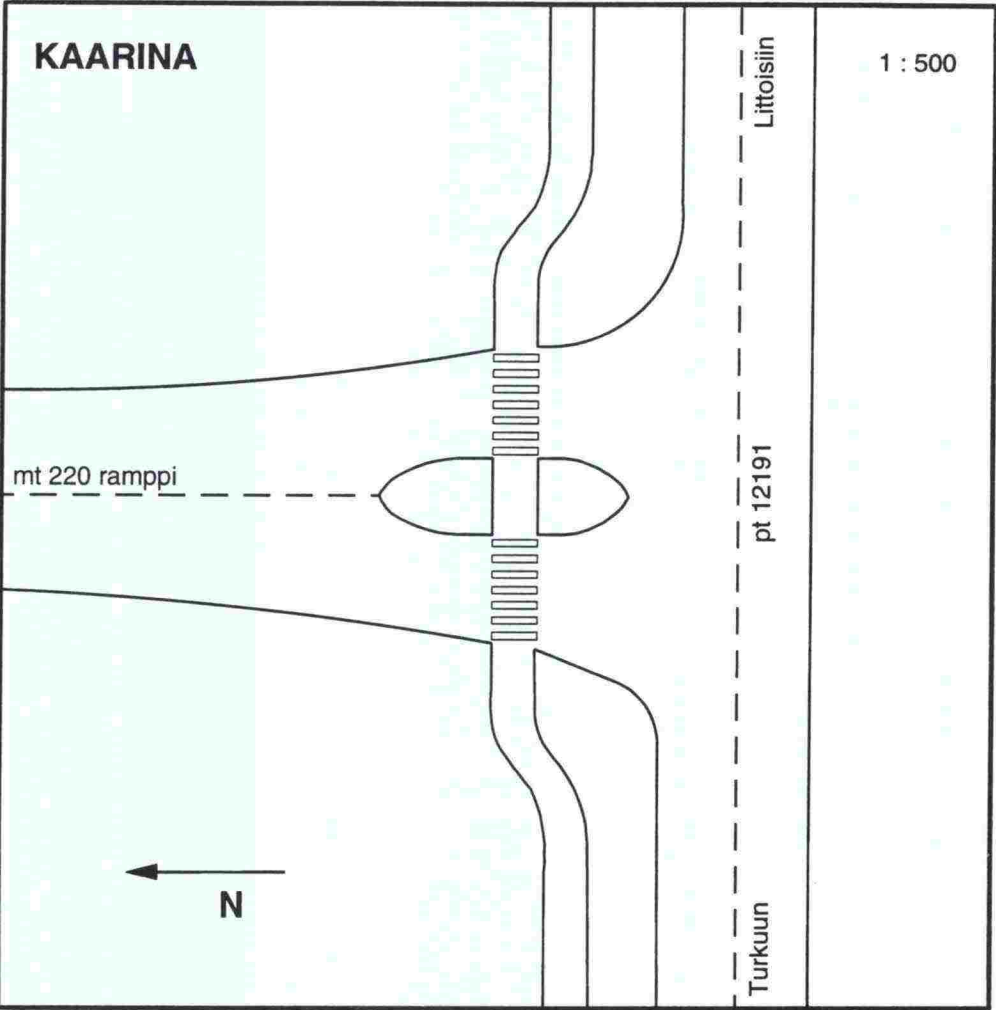
### 3.4.2 Kaarina

Kaarinassa tutkimuskohteeksi valittiin maantien 220 rampin alapään sekä paikallistien 12191 kolmihaarainen liittymä. Varsinainen maantie 220 ja paikallistie 12191 risteävät eritasossa. Liittymän pääväylänä on Kaarinan Littoisista Turun Varissuolle kulkeva paikallistie, ja väistämisvelvollisena sivutienä maantien ramppi. Välittömästi paikallistien eteläpuolella kulkee Helsinki-Turku -rautatie. Liittymä sijaitsee tasaisessa maastossa. Liittymässä on erityisesti maantien 220 rampilta tullessa huono näkemä Turun suuntaan. Littoisten suuntaan näkemä on välttävä.

Paikallistien pohjoispuolella kulkee välikaistalla erotettu kevyen liikenteen väylä, joka on liittymän kohdalla vedetty ajoradasta poispäin. Kevyen liikenteen väylän leveys on 3 m. Välikaistan leveys linjalla on 6 m ja liittymän kohdalla 8-9 m. Kevyen liikenteen väylän päällyste oli hieman huonokuntoinen ja osittain haljennut. Kevyen liikenteen väylän tasaus on alempana kuin ajoratojen, joten liittymään tullessa kevyen liikenteen väylällä on pieni ylämäki. Kevyen liikenteen väylän ylityksessä on suojatie ja suojatie-saareke. Suojatiemerkinä on hieman kulunut. Liittymän sijainti on esitetty kuvassa 3.7a ja liittymä kuvassa 3.7b.



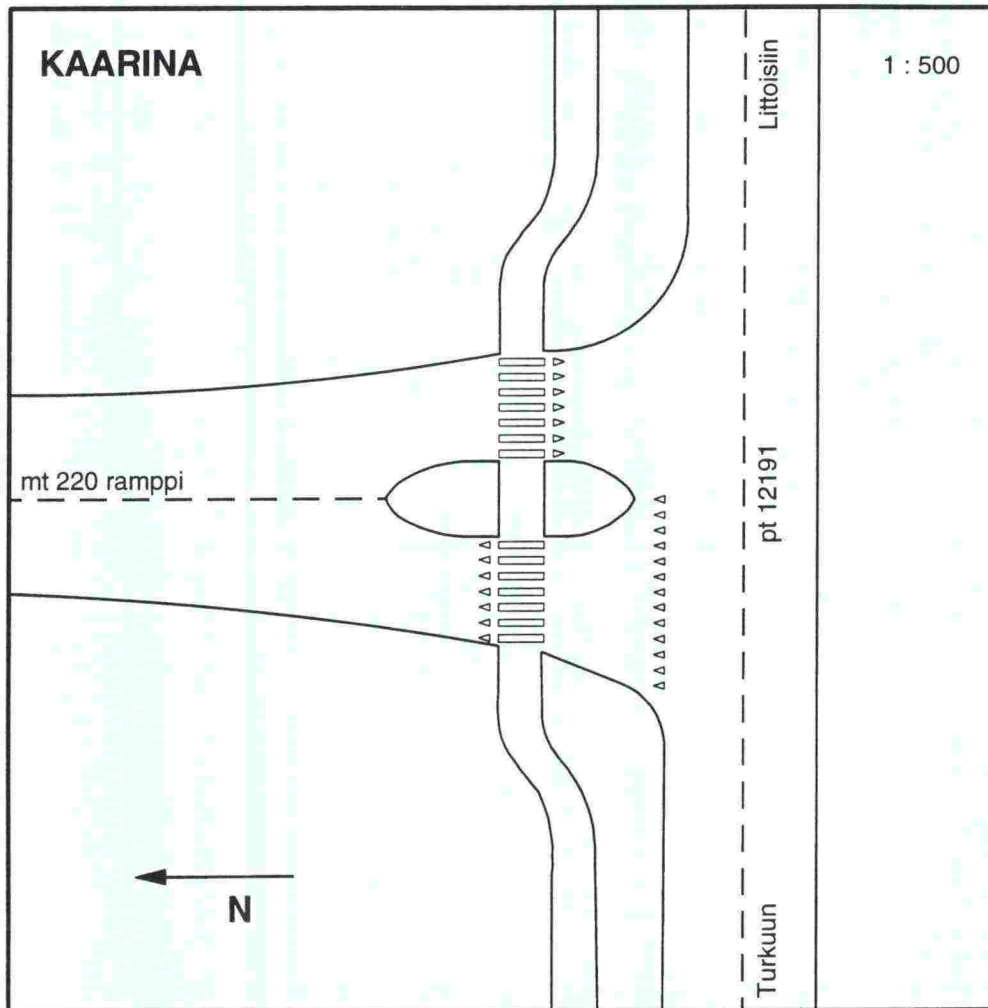
Kuva 3.7a Kaarinan tutkimuskohteen sijainti.



Kuva 3.7b Kaarinan liittymä ennen-tilanteessa.



Liittymän suojatie merkittiin uudelleen ja väistämisviivat merkittiin *kuvien 3.7c ja 3.7d* mukaisesti. Merkinnot tehtiin Tiemerkintämassa 2000 valkoisella. Massan ominaisuudet on selostettu värillisen päällysteen yhteydessä luvussa 3.1.



*Kuva 3.7c*

*Kaarinan liittymä jälkeen-tilanteessa.*



Kuva 3.7d

Kaarinan liittymä jälkeen-tilanteessa.



## 4 TUTKIMUSMETODI

### 4.1 Kokeellisen asetelman muodostaminen

#### 4.1.1 Yleistä

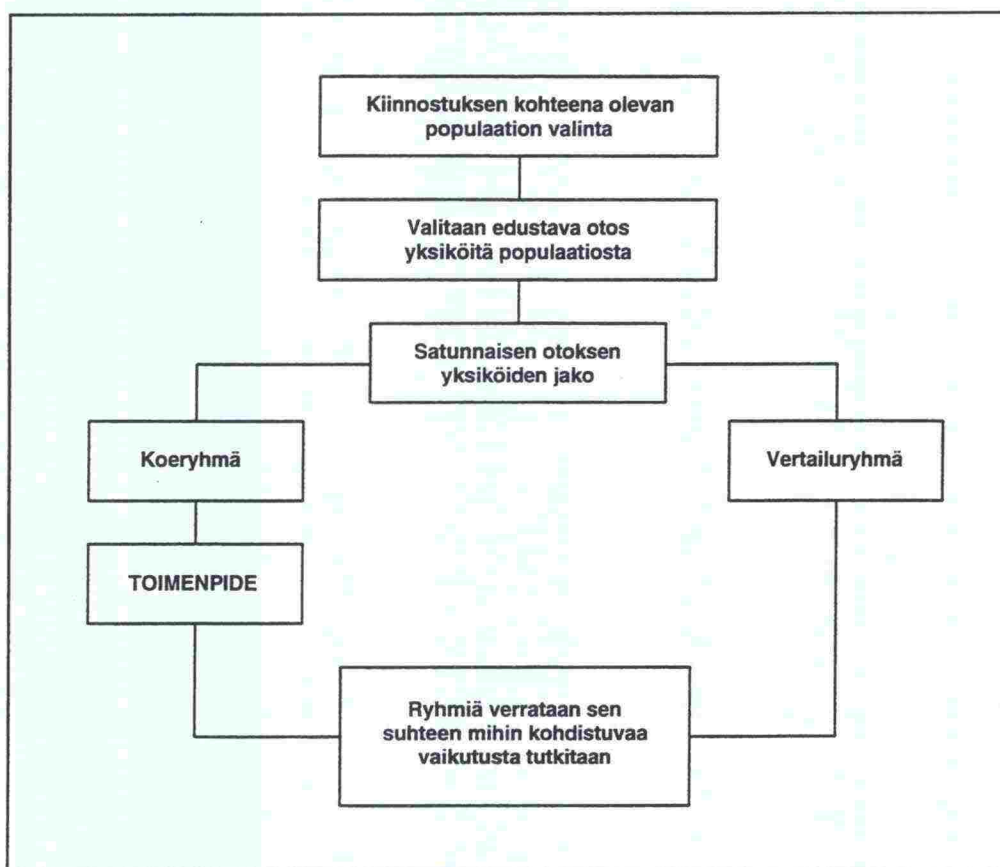
Tutkimuksen tulosten luotettavuus riippuu ennen kaikkea siitä, miten hyvin kokeellinen asetelma kyetään muodostamaan. Ainakin onnettomuustutkimuksien tavanomaisimpana asetelmana on ollut ennen - jälkeen-vertailu, joka on samalla heikoin asetelma, koska ajan mukana voivat muuttua muutkin kuin vain manipuloidut muuttujat. Rinnakkainen, esimerkiksi alueittainen, koe - kontrolli-menetelmä yhdistettynä ennen - jälkeen-vertailuun antaa jo huomattavasti luotettavamman lähtökohdan, vaikka kaikkia muuttujia ei silloinkaan pystytä vakioimaan tai kontrolloimaan. Lisäksi koepaikan valinta voi johtaa siihen, että onnettomuudet vähenevät koepaikassa pelkän satunnaisvaihtelun ansioista, vaikka mitään toimenpidettä ei toteutettaisikaan. Edellisiin yhdistetyllä esimerkiksi tieosittain satunnaistetulla koejärjestelyllä saadaan parhaat mahdollisuudet luotettavien tilastomenetelmien käyttöön ja johtopäätösten tekoon. (Häkkinen & Luoma 1991)

Liikenneturvallisuustoimenpiteiden onnettomuuksia vähentävän vaikutuksen tutkimiseksi käytetään useita menetelmiä. Nämä menetelmät voidaan karkeasti jakaa seuraaviin pääryhmiin:

- tilastolliset kokeet
- ennen - jälkeen-tutkimukset vertailuaineiston kanssa
- ennen - jälkeen-tutkimukset ilman vertailuaineistoa
- on-ei-vertailut
- tilastolliset yhteisvaihteluanalyysit. (Liikenneturvallisuuden... 1992)

#### 4.1.2 Tilastolliset kokeet

Tilastollista koetta pidetään perinteisesti parhaana menetelmänä toimenpiteen vaikutusten tutkimiseksi. Menettelytapaa havainnollistetaan *kuvassa 4.1*. Tilastollisessa kokeessa valitaan edustava otos "yksiköitä" (henkilöitä, ajoneuvoja, risteyksiä, tiejaksoja) perusjoukosta (populaatiosta), josta halutaan jotakin sanoa. Valitut yksiköt jaetaan tämän jälkeen tilastollisesti satunnaisesti kahteen ryhmään. Koeryhmä joutuu tutkitun toimenpiteen kohteeksi. Vertailuryhmälle sitä ei tehdä. Sen jälkeen verrataan sitä ryhmien ominaisuutta, mihin toimenpiteen vaikutus halutaan osoittaa, esimerkiksi onnettomuuslukuja. (Liikenneturvallisuuden... 1992)



Kuva 4.1

*Tilastollisen kokeen suorittaminen (Liikenneturvallisuuden... 1992).*

Tilastollisen kokeen vahvuus on, että yksiköiden sattumanvarainen jako koe- ja vertailuryhmiin periaatteessa varmistaa, ettei ryhmien välillä ole systemaattisia eroja ennen toimenpiteen toteuttamista. Toimenpiteen toteuttamisen jälkeen mahdollisesti havaittava ero ryhmien välillä voidaan siksi katsoa toimenpiteen vaikutukseksi. (Liikenneturvallisuuden... 1992)

#### 4.1.3 Ennen - jälkeen-koe vertailuaineiston kanssa

Tilastollista koetta muistuttava menetelmä on (ei tilastollinen) ennen - jälkeen-koe kontrolliaineiston kanssa. Kuvassa 4.2 esitetään tällaisen menetelmän periaate. Tässä menetelmässä vertailuaineiston kehitystä käytetään apuna ennustettaessa, millainen tutkimusaineiston kehitys olisi ollut ilman toimenpidettä.

Onnettomuuksien odotusarvo  $V(odo)$  ilman toimenpidettä saadaan seuraavasti:

$$V(odo) = C \times V(e)$$

jossa  $C$  = vertailutekijä

$V(e)$  = vertailuaineiston onnettomuusmäärä ennen-tilanteessa.

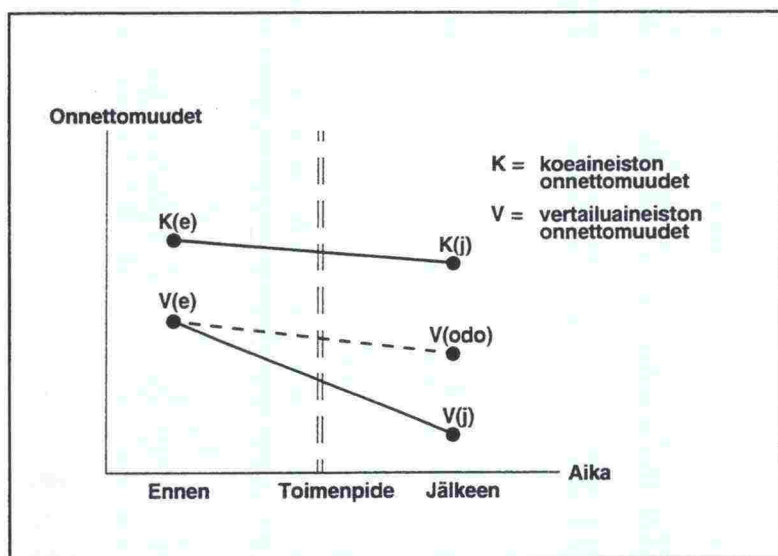
Vertailutekijä  $C$  saadaan seuraavasti:

$$C = \frac{K(j)}{K(e)}$$

jossa  $K(j)$  = koeaineiston onnettomuudet jälkeen-tilanteessa

$K(e)$  = koeaineiston onnettomuudet ennen-tilanteessa.

(Liikenneturvallisuuden... 1992)



Kuva 4.2

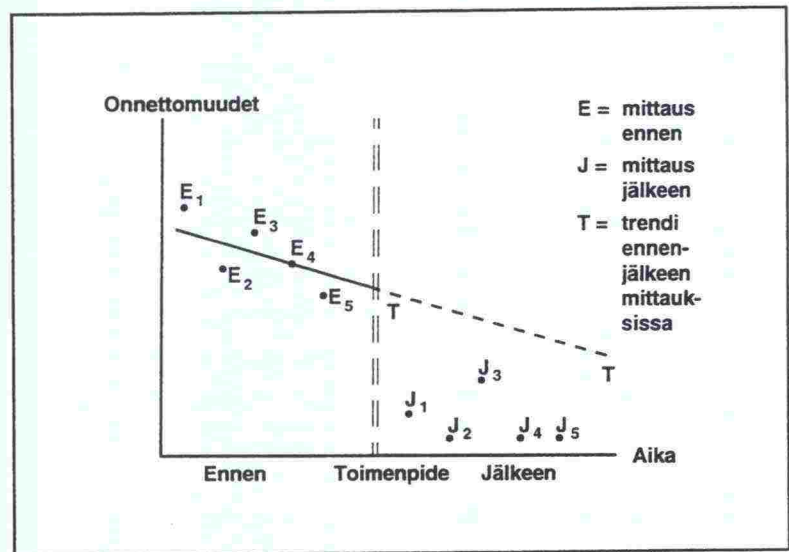
Vertailuaineiston kanssa tehdyn ennen - jälkeen-kokeen periaate (Liikenneturvallisuuden... 1992).

Normaalisti tämän menetelmän avulla voidaan regressiovaikutus eli sattuman aiheuttaman epänormaalin korkean onnettomuusmäärän väärintulkinta kontrolloida riittävän hyvin vain sillä edellytyksellä, että onnettomuustilanne tutkimus- ja vertailuryhmien yksiköissä ennen-tilanteessa on ollut samanlainen. Toimenpiteiden kohteeksi ei siis ole valittu vaarallisimpia kohteita. (Liikenneturvallisuuden... 1992)



#### 4.1.4 Ennen - jälkeen-tutkimus ilman vertailuaineistoa

Aina ei ole valittavissa vertailuaineistoa, johon tutkittava toimenpide ei vaikuttaisi. Tällainen tilanne esiintyy tutkittaessa vaikkapa valtakunnan-laajuista toimenpidettä, jonka on määrä vaikuttaa kaikkiin onnettomuuksiin. Tällöin vaikutusta voidaan tutkia ennen - jälkeen-kokeena ilman vertailuaineistoa. Tällaisen tutkimuksen koeasetelmaa tarkastellaan *kuvassa 4.3*. (Liikenneturvallisuuden... 1992)



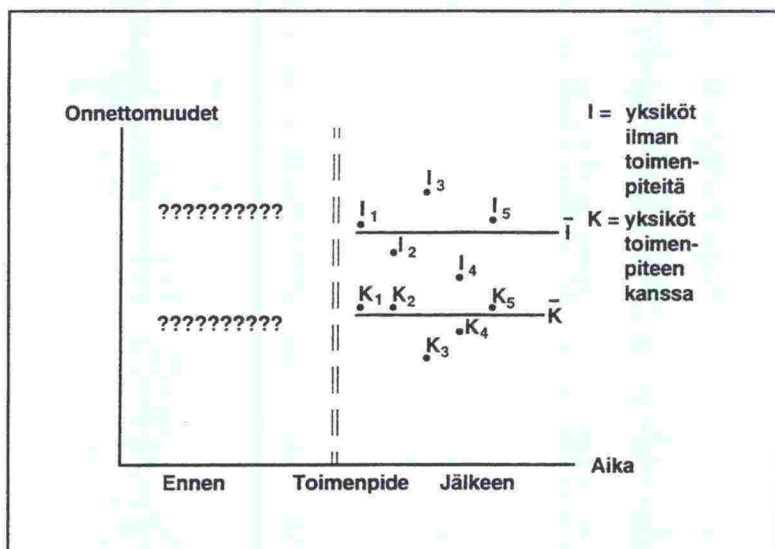
Kuva 4.3

*Ilman vertailuaineistoa tehdyn ennen - jälkeen-kokeen periaatepiirros. (Liikenneturvallisuuden... 1992)*

Onnettomuuskehityksen ennustaminen, jos toimenpidettä ei olisi tehty, ei yleensä onnistu ilman useita ennen-mittauksia. Niiden avulla voidaan mahdollisesti löytää onnettomuusmäärän kehityssuunta, jota voidaan jatkaa jälkeen-jaksolle. Lisävarmuuden saamiseksi on toivottavaa, että myös jälkeen-mittauksia toistetaan. (Liikenneturvallisuuden...1992)

#### 4.1.5 On - ei-vertailu

Liikenneturvallisuustilanteita koskevia tutkimuksia ei aina suunnitella, ennenkuin toimenpide on toteutettu. Toimenpiteen jälkeen saattaa olla vaikeata saada riittävän hyviä tietoja olosuhteista ennen toimenpiteen toteuttamista. Eräs mahdollisuus toimenpiteen vaikutusten tutkimiseksi on verrata toimenpiteen kohteeksi joutuneita yksiköitä sen ulkopuolelle jääneisiin yksiköihin. *Kuva 4.4* näyttää tällaisen tutkimuksen koeasetelman. (Liikenneturvallisuuden... 1992)



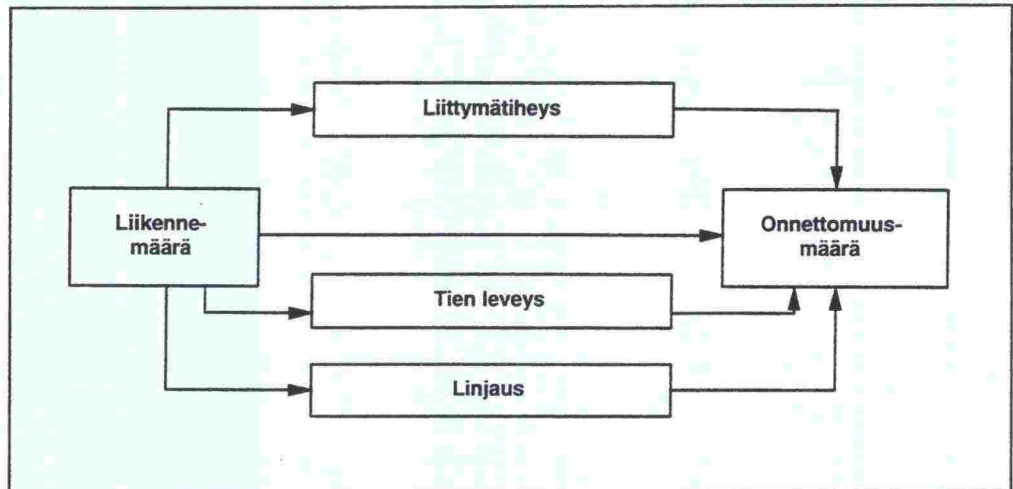
Kuva 4.4

*Periaate toimenpiteen kohteeksi joutuneitten ja sen ulkopuolelle jääneitten yksiköitten vertailusta. (Liikenneturvallisuuden... 1992)*

Koeasetelma edellyttää, että tietoja on saatavissa monista toimenpiteen kohteeksi joutuneista ja sen ulkopuolelle jääneistä yksiköistä. Kummallekin ryhmälle lasketaan keskimääräinen onnettomuusmäärä. Mikäli onnettomuusmäärien keskiarvojen ero on sama kaikissa aineiston osajoukoissa, sitä voidaan pitää toimenpiteen vaikutuksena. Ei kuitenkaan tiedetä, mitä näiden kahden ryhmän onnettomuusmäärät olivat ennen toimenpidettä. Päätelmät ovat siksi epävarmoja. (Liikenneturvallisuuden...1992)

#### 4.1.6 Tilastolliset yhteisvaikutusanalyysit

Joiltakin toimenpiteiltä puuttuu selvä on - ei tai ennen - jälkeen leima. Niitä toteutetaan pikemminkin asteittain ja ne voivat esiintyä lähes lukemattoman monina 'annoksina'. Tien leventtäminen on tästä esimerkki. Tällaista toimenpidettä voidaan tietenkin tutkia ennen - jälkeen asetelmalla sellaisella tiellä, jota on levennetty. On kuitenkin myös mahdollista tutkia tien leveyden ja onnettomuusmäärän välistä riippuvuutta käyttäen aineistona suurta määrää teitä, joiden leveys vaihtelee. Kuvassa 4.5 esitetään esimerkki tällaisen tutkimuksen mahdollisesta koeasetelmasta. (Liikenneturvallisuuden... 1992)



Kuva 4.5

*Tien leveyden ja onnettomuusmäärän välistä riippuvuutta koskevan tutkimuksen periaatepiirros. (Liikenneturvallisuuden... 1992)*

Koska tien leveys ei ole ainoa onnettomuuksien määrään vaikuttava tekijä, on tällaisissa tutkimuksissa otettava lukuun myös muiden seikkojen vaikutukset. Se tarkoittaa, että joudutaan vertailemaan teitä, joilla on eri leveys, sama liikennemäärä, sama linjaus ja sama liittymätiheys. Muutoin on olemassa vaara, että sekoitetaan tien leveyden ja muiden tekijöiden vaikutukset toisiinsa. (Liikenneturvallisuuden...1992)

#### 4.1.7 Tutkimuksessa käytetty metodi

Tässä tutkimuksessa käytettiin ennen - jälkeen-tutkimusta ilman vertailuaineistoa. Koska tutkimuksessa haluttiin kokeilla nimenomaan Suomen oloissa uudentyypisiä ratkaisuja, ne täytyi myös tehdä tutkimuksen aikana. Resursseihin ei sopinut useita vuosia ja laajempaa aineistoa tarvitseva tilastollinen tutkimus ja myöskään vertailuaineistoa ei näistä syistä käytetty.

Käyttäytymistutkimusmenetelmistä valittiin tarkkailututkimus. Koska toimenpiteiden vaikutuksia haluttiin tutkia melko nopeasti ja onnettomuuksiin perustuvat menetelmät vaativat useiden vuosien tarkkailujakson, se ei tullut kysymykseen. Ajan myötä myös muun liikenneympäristön muuttuminen vaikeuttaisi nimenomaan kyseisen muutostoimenpiteen vaikutusten arviointia.



Konfliktitutkimusta on melko paljon sovellettu liikennekäyttäytymistutkimuksissa ja se olisi soveltunut myös tähän tutkimukseen. Koska tutkimuksen kohteissa liikennemäärät olivat pieniä, myös konflikteja esiintyi liian vähän tutkimuksen pohjaksi. Toisin sanoen olisi tarvittu pidempi tarkkailujakso. Haastattelu- ja kyselytutkimukset olisivat antaneet subjektiivisen kuvan tienkäyttäjien toiminnasta, eikä se ollut tutkimuksen tarkoitus. Toki lisäinformaation keräämisessä tienkäyttäjien mielipiteet olisivat olleet hyödyllisiä.

Tässä tutkimuksessa päätettiin siis käyttää muutostöiden vaikutusten arviointiin ennen - jälkeen -tarkkailututkimusta. Tarkkailututkimuksen apuvälineenä käytettiin videokameraa.

Videokameroiden käytön hyviä puolia on useita. Aineistoa voidaan tarkastella myös myöhemmin ja tarpeen vaatiessa tutkimusasetelmaa voidaan videonauhan asettamisessa rajoissa muuttaa. Myös yksityiskohtaisempi tarkastelu onnistuu hyvin, koska nauhaa on mahdollista kelata useaan kertaan. Etu korostuu myös siinä, että ruuhkaisena aikana on vaikea manuaalisesti rekisteröidä kaikki tutkimuksessa huomioitavat tienkäyttäjät, kun taas videonauhalla katsottaessa kiireisetkin tilanteet voidaan 'hidastaa'.

Huonoja puolia videonauhoituksessa ovat mm. menetelmän työläys sekä myös lopullisuus; mikäli kameroiden asettelu epäonnistuu tai ilmenee mahdollinen tekninen vika, nauhasta on vaikea saada tarvittavaa informaatiota. Näin ollen onkin erittäin tärkeää, että tutkimusasetelma suunnitellaan toimivaksi ja että se myös rajataan resursseja vastaavaksi. Kaikkea mukana olevaa mahdollista informaatiota ei ole syytä tutkia vain sen takia että se on nauhalla käytettävissä.

## 4.2 Videokuvaukset

Kutakin toimenpiteen kohteena ollutta liittymää kuvattiin noin viiden tunnin ajan sekä ennen että jälkeen toimenpiteiden tekemisen. Ennen-kuvausjakso oli touko-kesäkuun vaihteessa viikoilla 22-23 lukuun ottamatta Lempäälän kuvauskohdetta, joka kuvattiin 6.7.1995. Jälkeen-kuvausjakso sijoittui elokuun loppuun viikoille 34 ja 35. Kuvaukset suoritettiin arkipäivinä klo 6-17 välisenä aikana. Kuvausjaksojen ajankohdat pyrittiin valitsemaan ympäröivän maankäytön perusteella niin, että saataisiin mahdollisimman suuret liikennemäärät. Kuvausajankohdat eri kohteissa on esitetty taulukossa 4.1.

Taulukko 4.1

Kuvausajat eri kohteissa.

| Kohde      | Kuvauspäivä             | Kuvausaika välillä | Kuvausaika yhteensä | Sää  |
|------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--|
| Piikkiö    | ennen ti 30.5.1995      | 7.15-12.30         | 5h 7min             | aurinkoa, helle selkeä, viileähkö                          |
|            | jälkeen ti 22.8.1995    | 6.31-11.10         | 4 h 37 min          |  |
| Halikko    | ennen ke 31.5.1995      | 11.00-16.25        | 5h 17min            | aurinkoa, helle, kuuroja aurinkoa, tuulta                  |
|            | jälkeen ma 21.8.1995    | 11.32-16.15        | 3 h 44 min          |  |
| Kaarina    | ennen to 1.6.1995       | 6.40-12.00         | 5h 6min             | aurinkoa, helle selkeä                                     |
|            | jälkeen ke 23.8.1995    | 6.31-11.35         | 4 h 45 min          |  |
| Lempäälä   | ennen to 6.7.1995       | 11.00-15.04        | 4h 3min             | aurinkoa, tuulta aluksi sumua, pilvistä                    |
|            | jälkeen to 24.8.1995    | 6.55-11.05         | 4 h 13 min          |  |
| Ylöjärvi   | ennen ti 6.6.1995       | 10.45-15.34        | 4h 40min            | pilvistä, ajoittain tihkua epävakaita, alkoi sataa selkeää |
|            | jälkeen ma 28.8.1995 ja | 10.44-14.15        | 5 h 23 min          |  |
|            | to 31.8.1995            | 13.39-15.30        |                     |  |
| Kyröskoski | ennen ke 7.6.1995       | 10.00-15.45        | 5h 42min            | puolipilvistä, ajoittain tihkua selkeää                    |
|            | jälkeen ti 29.8.1995    | 9.44-14.45         | 5 h                 |  |

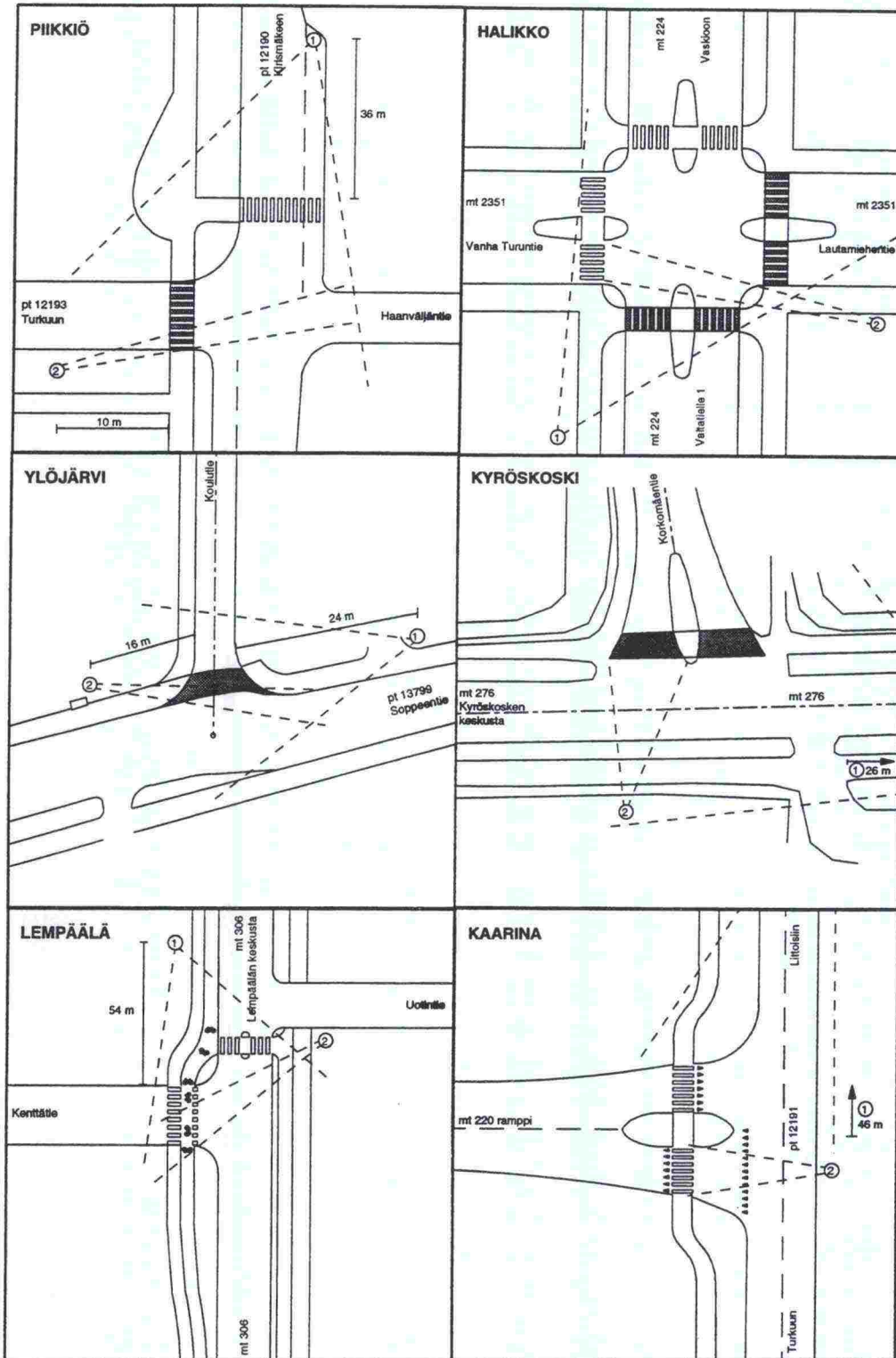
Turun tiepiirin kohteissa muutostöidenpiteet tehtiin viikolla 30 ja Hämeen tiepiirin kohteissa viikolla 33. Jälkeen-kuvausten ajankohta toimenpiteen tekemisestä vaihteli kohteesta riippuen 13-30 päivää.

Alunperin tarkoituksena oli kuvata liittymiä yhdellä videokameralla. Kame-roita tarvittiin kuitenkin kaksi kappaletta, sillä yhdellä kameralla kuvan kohdistaminen valitun tutkimussuunnan auton kuljettajaan sekä samanaikaisesti koko liittymän liikennetapahtumiin ei olisi onnistunut. Tutkimuksessa kuvattiin siis yhdellä kameralla koko liittymän tapahtumat ja toisella kameralla valitun suunnan autoilijaa ajoneuvon sisään.

Yleiskuvakamera sijoitettiin niin, että pystyttiin havaitsemaan pyöräilijän ja ajoneuvon melko tarkat sijainnit nopeuksien laskemista varten. Nopeuden määrittämiseksi mitattiin väylän viereen mittapisteet. Näitä mittapisteitä apuna käyttäen mitattiin nauhalta tienkäyttäjän matkaan käyttämä aika, josta laskettiin tienkäyttäjän nopeus.

Tutkimuskohteissa kuvattiin 8-millin videokasetteja käytävillä videokame-roilla. Ennen-kuvauksessa käytettiin huolto-ongelmien vuoksi yleiskuvaka-merana eri kameraa kuin jälkeen-kuvauksessa. Kameran olivat samaa merkkiä, mutta eivät aivan identtisiä. Kameroiden pienistä eroista johtuen kuva-alue ei ollut ennen- ja jälkeen-kuvauksissa aivan sama.

Kuvassa 4.6 on esitetty kameroiden sijoittelu eri kohteissa. Eri kohteiden tarkasteltavat kohtaamissuunnat on esitetty luvussa 5 tulosten yhteydessä.



Kuva 4.6

Kameroiden sijoittelu eri kohteissa.



Aurinko aiheutti kuvaamiselle hieman ongelmia. Auringon paiste heijastui helposti ajoneuvon tuulilasista ja esti näkyvyyden sisälle autoon. Tutkimuksen vuodenaikaan aurinko oli niin korkealla, että heijastusvaikutus tuli lähes kaikista suunnista kuvattaessa. Erityisesti kirkkaalla ilmalla ajoneuvon sisäpuoli näytti hyvin tummalta, jolloin autoilijan päänliikkeiden erottaminen oli vaikeaa, ellei kameraa ollut kohdistettu hyvin lähelle.

Tutkimuksessa ainoastaan yhden suunnan autoilijan pään liikkeet saatiin kuvatuksi tarkasti, koska käytössä oli vain yksi ajoneuvoon kohdistettu kamera toisen kameran kuvatessa yleisnäkymää liittymästä. Useamman suunnan pyöräilijöitä oli mahdollista saada samaan kuvaan, tosin kaikkien pyöräilijöiden huomion kohdistamista oli vaikea havaita.

### 4.3 Aineiston analysointi

Tutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli tarkkailla autoilijoiden ja pyöräilijöiden kohtaamistilanteita. Liikennemäärien ollessa suhteellisen pieniä, kohtaamisia saatiin melko vähän ja näin ollen tarkasteltiin myös yksittäisiä tutkimussuuntien pyöräilijöitä ja autoilijoita.

Videonauhaa katsottaessa täytettiin kustakin tarkasteltavan kohtaamistyyppin (kolme tutkittavaa kohtaamistyyppiä liittymää kohti) mukaisesta kohtaamisesta lomake. Lomake on liitteenä 1. Lomakkeessa käytiin läpi itse kohtaamiseen liittyvät seikat sekä autoilijan ja pyöräilijän ominaisuudet ja käyttäytymispiirteet.

Lomakkeessa esiintyvä tietueen numero oli juokseva numero, lomakkeet yksilöivä tieto. Tutkimuskohteen numero ja ennen- tai jälkeen-kuvaus merkittiin myös. Lisätietoja varten oli mahdollista merkitä kohtaamisen tapahtuma-aika ja mahdollisia sanallisia kommentteja.

Kohtaamisesta täytettiin kohtaamistyyppin numero, joka vaihteli kohteittain. Kohtaaminen arvioitiin asteikolla häiriötön - pieniä häiriöitä - suuria häiriöitä - epäselvä tilanne. Tällä asteikolla arvioitiin yleistä kuvaa kohtaamistapahtumasta, ja häiriötön tilanne vastasi molempien osallisten suhteen sujuvaa ylitystä eli ongelmia ei kummallakaan ollut. Lisäksi taustatiedoksi kirjattiin mahdolliset muut kohtaamistapahtuman aikana liittymässä olevat tienkäyttäjät: autoilijat, jalankulkijat tai pyöräilijät. Näistä huomioitiin kuitenkin vain ne, joiden kulku jollakin tavalla risti kohtaamisen osallisten kanssa.

Polkupyöräilijästä arvioitiin hänen ikänsä (alle 15 vuotta, 15-30, 30-50, yli 50 vuotta) sekä sukupuolensa. Myös mahdollinen pyöräilykypärän käyttö merkittiin. Pyöräilijän nopeus laskettiin nauhalta mittapisteyden välin pituuden ja siihen kuluneen ajan perusteella. Aika mitattiin siis sekuntikellolla nauhan mukaan. Mittapisteyden paikat merkittiin nauhalta teipillä televisioruutuun.

Pyöräilijästä kirjattiin, liikkuiko hän yksin vai ryhmässä ja pysähtyikö hän ennen liittymää vai ei. Pysähtymistilanteessa pyöräilijä laittoi jalan selvästi maahan. Polkemista liittymään tullessa kuvattiin vaihtoehtoja polkee - ei polje - lopettaa polkemisen - aloittaa polkemisen - epäselvä. Polkemisen lopettaminen -tilanteessa pyöräilijä ylitti liittymän 'vapaalla'. Polkemisen aloittaminen sisälsi mahdollisesti myös polkemisen lopettamisen, olennaista oli kuitenkin se, että pyöräilijä päätti aloittaa polkemisen liittymään tullessa. Sekä tässä tapauksessa että polkemisen kokonaan lopettamistapauksessa voitiin arvioida pyöräilijän jollakin tavalla tarkkailleen liittymän liikennettä siihen saapuessaan ja sen jälkeen tehneensä ratkaisun polkemisestaan (eli nopeuden muutoksistaan). Toki polkemistapahtumaan vaikuttivat paljon myös kohteen geometriaolosuhteet, erityisesti pystygeometria. Tämän vaikutuksia tarkasteltiin kohteittain tutkimusten tulosten yhteydessä. Mahdollisuuksien mukaan kirjattiin myös pyöräilijän huomion kohdistuminen eteen - taakse - oikea - vasen - epäselvä. Oletuksena oli, että pyöräilijä katsoi aina eteen päin. Oikealle ja vasemmalle katsomisen havainnointi oli lähes mahdotonta, sillä se olisi vaatinut pyöräilijöiden kuvaamisen läheltä edestä päin. Takaa kuvattujen pyöräilijöiden taakse katsominen saatiin selville melko luotettavasti. Huomion kohdistuminen havainnoitiin pään kääntymisenä.

Moottoriajoneuvon kuljettajasta arvioitiin myös ikäryhmä sekä sukupuoli. Ajoneuvon tyyppi valittiin valikoimasta: henkilöauto - pakettiauto - kuorma-auto - linja-auto - moottoripyörä/ mopedi - muu/ epäselvä. Nopeus mitattiin samalla tavoin kuin pyöräilijöidenkin nopeus. Pysähtymisestä huomioitiin pysähtyikö ajoneuvo. Jos ajoneuvo pysähtyi, merkittiin pysähtyikö se ennen suojatietä. Autoilijoiden pysähtymisistä rekisteröitiin vain ensimmäinen pysähtyminen, siis pyöräilijän ja autoilijan kohtaamiseen vaikuttava pysähtyminen. Mikäli autoilija pysähtyi sekä ennen kevyen liikenteen väylää että sen jälkeen, tapahtumista rekisteröitiin vain ennen suojatietä pysähtyminen. Näin ollen autoliikenteen keskinäistä vuorovaikutusta ei selvitetty. Huomion kohdistumista eri suuntiin havainnoitiin myös. Luotettavasti tämä pystyttiin havainnoimaan ainoastaan sen suunnan autoilijoista, johon toinen videokamera oli kohdennettu.

Yksittäiset pyöräilijät analysoitiin samalla tavoin kuin kohtaamisiin osalliset pyöräilijät omalle lomakkeelleen. Lisäksi merkittiin, jos kyseessä oli kohtaamistilanne, ja oliko liittymässä mahdollisesti muita pyöräilijän kulkureitin risteäviä tienkäyttäjiä samanaikaisesti. Yksittäisten pyöräilijöiden tutkimuslomake on liitteenä 2.

Yksittäiset autoilijat analysoitiin samalla tavoin kuin kohtaamisiin osalliset autoilijat omalle lomakkeelleen. Pysähtymistä tosin arvioitiin asteikolla ei pysähdy - pysähtyy ennen suojatietä - pysähtyy suojatien päälle - pysähtyy suojatien jälkeen - epäselvä. Lisäksi merkittiin, jos kyseessä oli kohtaamistilanne, ja oliko liittymässä mahdollisesti muita auton kulkureitin risteäviä tienkäyttäjiä samanaikaisesti. Yksittäisten autoilijoiden tutkimuslomake on liitteenä 3.



## 5 TULOKSET

### 5.1 Yleistä

Tässä tutkimuksessa arvioitiin liikenneympäristön muutostoimenpiteen vaikutuksia autoilijoiden ja pyöräilijöiden käyttäytymiseen. Tutkimuksessa tarkkailtiin autoilijoiden ja pyöräilijöiden välisiä kohtaamistilanteita sekä yksittäisten autoilijoiden ja yksittäisten pyöräilijöiden toimintaa.

Tulokset on esitetty kohteittain. Kussakin kohteessa tarkasteltiin kolmea eri kohtaamistyyppiä, sekä näihin kohtaamistyyppihin sisältyviä pyöräilijöiden ja moottoriajoneuvojen suuntia. Yksittäisistä pyöräilijöistä ja kohtaamisista havainnoitiin koko aineisto tutkittavista ajosuunnista. Yksittäisiä pyöräilijöitä tarkasteltiin siis kahdesta suunnasta ja autoilijoita ainoastaan suunnasta, johon toinen videokamera oli tarkennettu (vrt. kameroiden sijoittelu, luku 4). Kohteesta riippuen tarkasteltiin siis yhtä tai kahta ajoneuvon kulkusuuntaa. Yksittäisistä autoilijoista tutkittiin otos, jonka suuruus vaihteli kohteittain ja tutkimussuunnittain 10-100 % (11-36 kpl/ suunta) tutkimusajanjakson liikennemäärästä.

Kaikenkaikkiaan yksittäisiä pyöräilijöitä havainnoitiin yhteensä 2004 kappaletta. Pyöräilijöistä naisia oli 51 % ja miehiä 40 %, epäselviä tapauksia oli 9 %. Polkupyöräilijöiden ikä vaihteli seuraavasti: alle 15-vuotiaita oli 17 %, 15-30 -vuotiaita 23 %, 30-50 -vuotiaita 45 % ja yli 50-vuotiaita 14 %, epäselviä tapauksia oli 1 %.

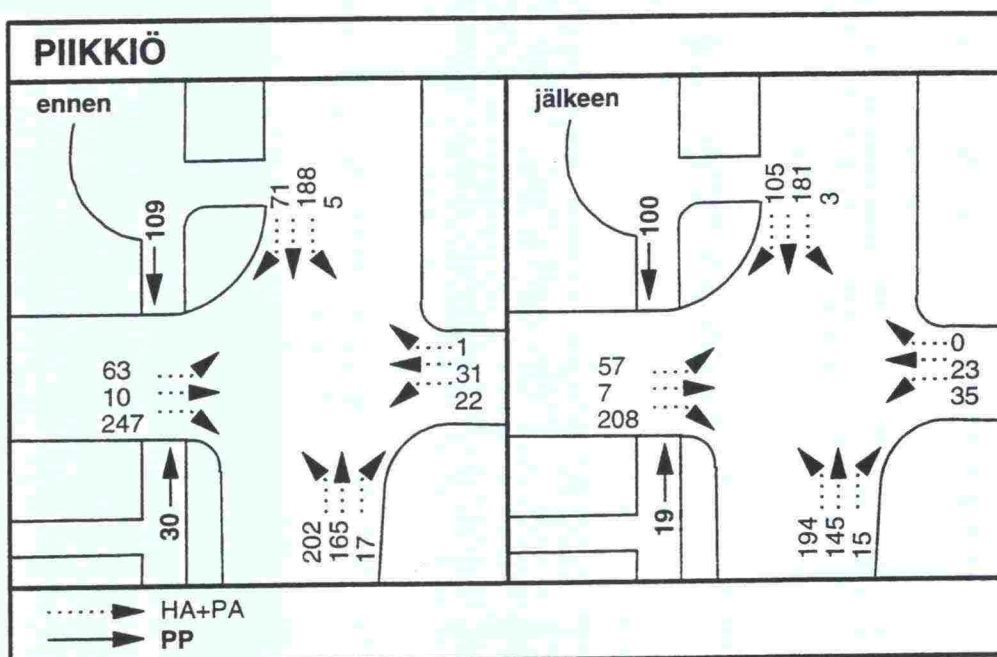
Myös pyöräilykypärän käyttöä havainnoitiin. Kaikista havainnoidusta pyöräilijöistä 8 % käytti pyöräilykypärää, 88 % ei käyttänyt kypärää ja 4 % oli epäselviä tapauksia.

Yksittäisistä autoilijoista suurin osa oli miehiä (61 %). Naisia oli 24 % ja epäselviä tapauksia 15 %. Autoilijoista 20 % oli 18-30 -vuotiaita, 58 % 30-50 -vuotiaita, 6 % yli 50-vuotiaita ja 16 %:n ikäryhmä oli epäselvä. Suurin osa havainnoiduista ajoneuvoista oli henkilöautoja (80%). Pakettiautoja oli 10 %, kuorma-autoja 8 %, linja-autoja 0,5 %, moottoripyöriä tai mopoja 0,5 % ja muita tai epäselviä ajoneuvoja 1 %.

## 5.2 Värillinen päällyste

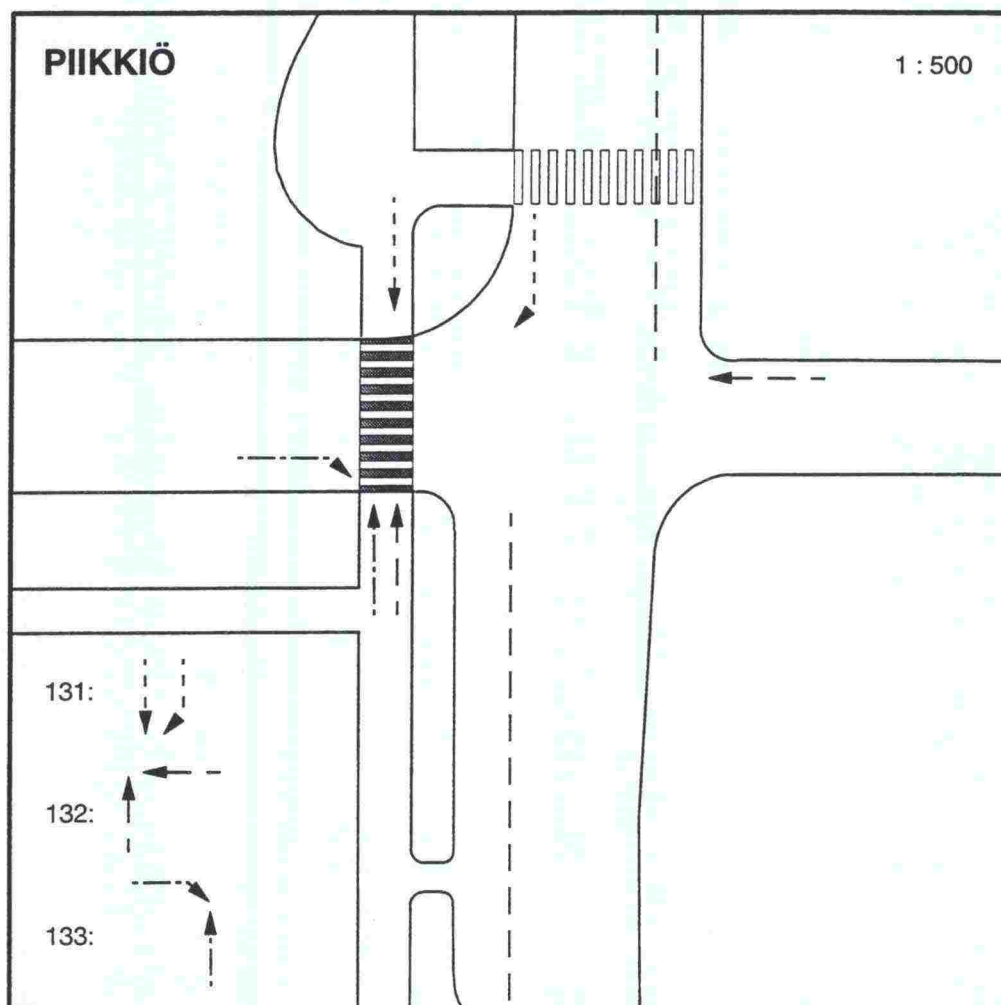
### Piikkiö

Tutkimusjakson pituus oli ennen-jaksolla 5,1 h ja jälkeen-jaksolla 4,6 h. Ajanjaksojen henkilö- ja pakettiautojen sekä tutkimussuuntien pyöräilijöiden liikennemäärät ovat *kuvassa 5.1*. Muiden kulkumuotojen liikennemäärät ovat liitteessä 4. Kohteen tutkimussuunnat ja suuntakoodit on esitetty *kuvassa 5.2*. Tutkimushavaintojen lukumäärä on esitetty *taulukossa 5.1*.



Kuva 5.1

Tutkimusjaksojen liikennemäärät Piikkiössä.



Kuva 5.2

Tutkimussuunnat ja suuntakoodit Piikkiössä.

Taulukko 5.1

Tutkimushavaintojen lukumäärä Piikkiössä. (Huom! Kohtaamissuuntien 132 ja 133 yksittäiset pyöräilijät ovat samat.)

| suunnan<br>koodi | pyöräilijät lkm |         | autot lkm |         | kohtaamiset lkm |         |
|------------------|-----------------|---------|-----------|---------|-----------------|---------|
|                  | ennen           | jälkeen | ennen     | jälkeen | ennen           | jälkeen |
| 131              | 106             | 99      | 0         | 0       | 5               | 8       |
| 132              | 32              | 18      | 23        | 20      | 0               | 0       |
| 133              | 32              | 18      | 0         | 0       | 3               | 0       |
| yhteensä         | 138             | 117     | 23        | 20      | 8               | 8       |



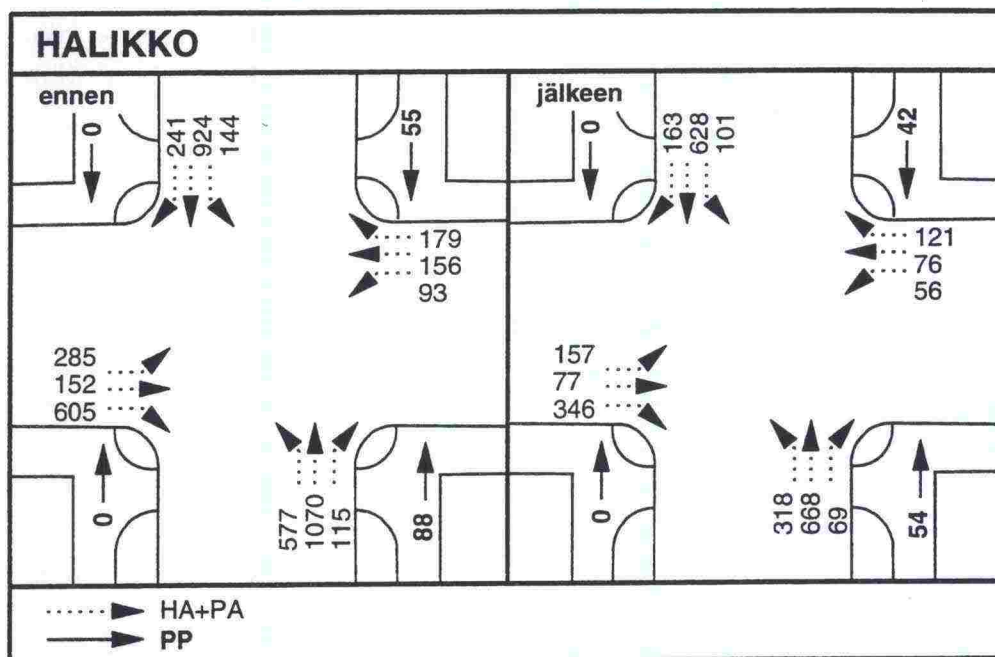
Suuntien 132 ja 133 pyöräilijöiden keskinopeudet oli mitattu 20 m matkalta noin 10 m ennen liittymää. Suunnan keskinopeudet nousivat ennen - tilanteen 16 km/h:sta jälkeen-tilanteen 23 km/h:iin. Nopeudet eivät olleet erityisen selvästi mitattavissa. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen-tilanteessa 3 % ja jälkeen-tilanteessa 6 %. Suurin osa pyöräilijöistä ei polkenut liittymään tullessaan (ennen 56 % ja jälkeen 72 %), mikä luultavasti johtui suunnan melko pitkästä alamäestä liittymään tultaessa. Liittymään tullessa pyöräilijöistä polkemisen lopetti ennen-jaksossa 6 % ja jälkeen 17 % ja aloitti polkemisen ennen 25 % ja jälkeen 11 %. Epäselviä tapauksia oli ennen 9 %. Suunnan pyöräilijöiden huomion kohdistuminen ei ollut nähtävissä. Ennen-tilanteessa pyöräilijöiden liittymän ylityksistä 88 % oli häiriöttömiä ja jälkeen-tilanteessa 83 %. Pieniä häiriöitä sisältävien ylitysten osuus kasvoi 0 %:sta 17 %iin.

Suunnan 131 pyöräilijän keskinopeus mitattiin 10 m matkalta juuri ennen liittymää. Keskinopeus nousi ennen-tilanteen 17 km/h:sta jälkeen-tilanteen 19 km/h:iin. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen-tilanteessa 5 % ja jälkeen - tilanteessa 11 %. Suurin osa pyöräilijöistä polki tullessaan liittymään (ennen 57 % ja jälkeen 54 %). Polkemisen lopettavien osuus oli ennen 6 % ja jälkeen 15 % polkemisen aloittavien osuuden ollessa vastaavasti 37 % ja 30 %. Suunnasta pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan pyöräilijän huomion kohdistuminen taaksepäin. Taakse katsovien pyöräilijöiden osuus kasvoi 3 %:sta 8 %:iin muiden suunnan pyöräilijöiden katsoessa vain eteen. Oikealle ja vasemmalle katsomista ei pystytty arvioimaan. Pieniä häiriöitä sisältävien ylitysten osuus kasvoi 5 %:sta 11 %:iin ja suuria häiriöitä sisältävien osuus 1 %:sta 3 %:iin.

Suunnan 132 autoilijoiden nopeus mitattiin 10 m matkalta juuri ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus laski ennen-tilanteen 39 km/h:sta jälkeen-tilanteen 23 km/h:iin. Suunnan autoilijoista ennen liittymään tuloa pysähtyi ennen-jaksolla 9 % ja jälkeen-jaksolla 10 %, nämä kaikki pysähtyivät ennen liittymäaluetta. Oikealle ja vasemmalle katsoi ennen - tilanteessa 83 % autoilijoista ja jälkeen-tilanteessa 95 %. Huomion kohdistumista havainnoitaessa oli vaikea sanoa, katsoiko autoilija oikealle ja vasemmalle huomioiden myös pyöräilijät, vai ainoastaan autot. Yleensä vain harvat autoilijat ajavat liittymän yli katsomatta lainkaan oikealle ja vasemmalle. Häiriöttömien liittymän ylitysten osuus oli ennen 96 % ja jälkeen 100%.

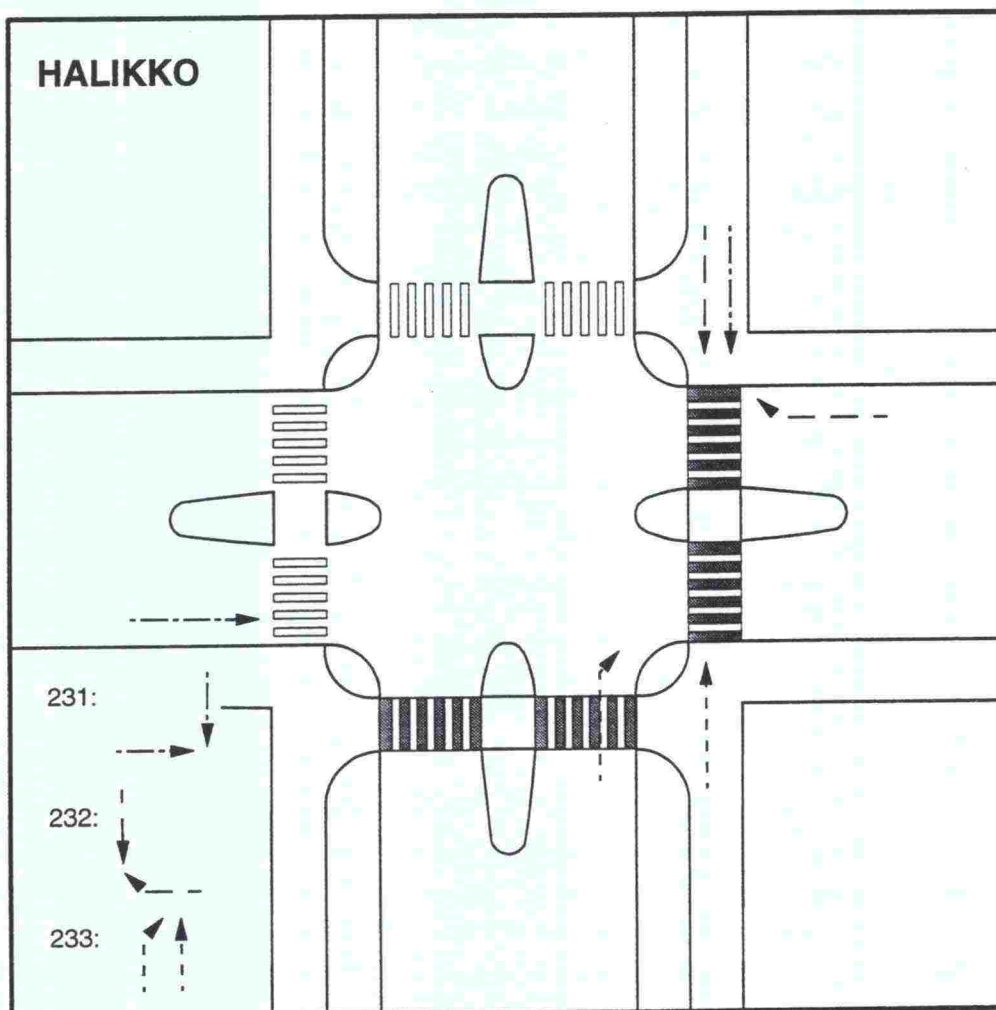
**Halikko**

Tutkimusjakson pituus oli ennen-jaksolla 5,3 h ja jälkeen-jaksolla 3,7 h. Ajanjaksojen kaikkien henkilö- ja pakettiautojen liikennemäärät ja tutkimus-suuntien pyöräilijöiden liikennemäärät ovat *kuvassa 5.3*. Muiden kulkumuotojen liikennemäärät ovat liitteessä 5. Kohteen tutkimussuunnat ja suuntakoodit on esitetty *kuvassa 5.4*. Tutkimushavaintojen lukumäärät on esitetty *taulukossa 5.2*.



Kuva 5.3

Tutkimusjaksojen liikennemäärät Halikossa.



Kuva 5.4

Tutkimussuunnat ja suuntakoodit Halikossa.

Taulukko 5.2

Tutkimushavaintojen lukumäärä Halikossa.  
(Huom! Kohtaamissuuntien 231 ja 232 yksittäiset  
pyöräilijät ovat samat.)

| suunnan<br>koodi | pyöräilijät lkm |         | autot lkm |         | kohtaamiset lkm |         |
|------------------|-----------------|---------|-----------|---------|-----------------|---------|
|                  | ennen           | jälkeen | ennen     | jälkeen | ennen           | jälkeen |
| 231              | 55              | 46      | 30        | 30      | 0               | 0       |
| 232              | 55              | 46      | 0         | 0       | 4               | 6       |
| 233              | 88              | 53      | 0         | 0       | 2               | 2       |
| yhteensä         | 143             | 99      | 30        | 30      | 6               | 8       |



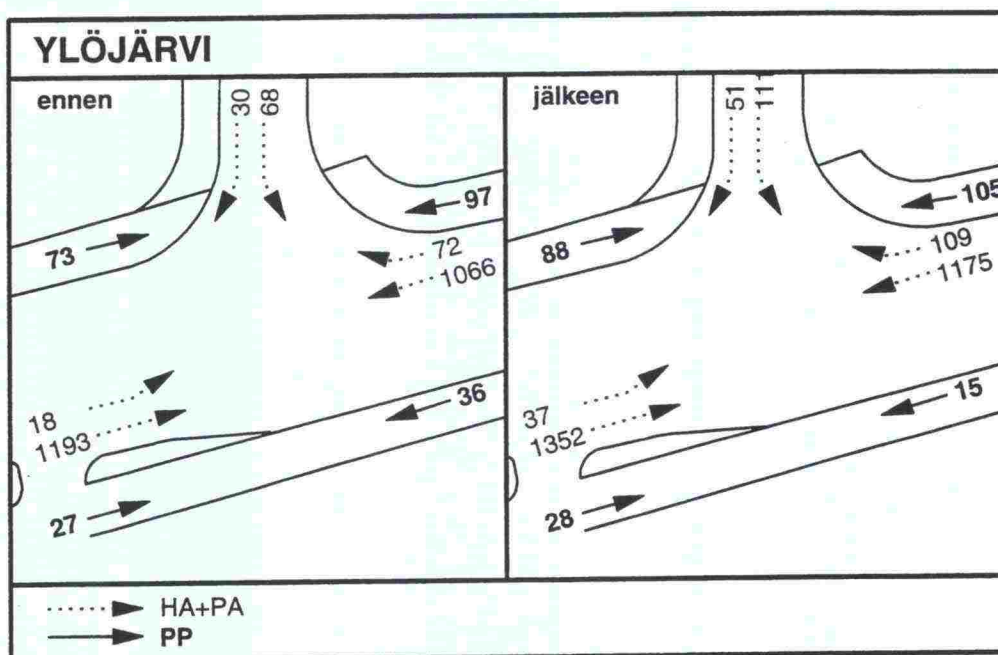
Suuntien 231 ja 232 pyöräilijöiden keskinopeudet oli mitattu 13 metrin matkalta 11 metriä ennen liittymää. Suunnan keskinopeudet laskivat ennen-tilanteen 25 km/h:sta jälkeen-tilanteen 19 km/h:iin. Sekä ennen- että jälkeen-tilanteissa yksikään pyöräilijä ei pysähtynyt ennen liittymää. Suurin osa pyöräilijöistä ei polkenut liittymään tullessaan (ennen 53 % ja jälkeen 50 %), mikä luultavasti johtui suunnan pitkästä alamäestä liittymään tullessa. Liittymään tullessa pyöräilijöistä polki ennen 11 % ja jälkeen 9 %, lopetti polkemisen ennen 24 % ja jälkeen 17 % ja aloitti polkemisen ennen 11 % ja jälkeen 11 %. Epäselviä tapauksia oli ennen 2 % ja jälkeen 13 %. Suunnan pyöräilijöiden huomion kohdistuminen ei ollut nähtävissä. Ennen-tilanteessa pyöräilijöiden liittymän ylityksistä 98 % oli häiriöttömiä ja jälkeen-tilanteessa 89 %. Pieniä häiriöitä sisältävien ylitysten osuus kasvoi 2 %:sta 9 %:iin.

Suunnan 233 pyöräilijän keskinopeus mitattiin seitsemän metrin matkalta juuri ennen liittymää. Keskinopeus laski ennen-tilanteen 12 km/h:sta jälkeen-tilanteen 9 km/h:iin. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen-tilanteessa 1 % ja jälkeen-tilanteessa 4 %. Suurin osa pyöräilijöistä polki tullessaan liittymään (ennen 86 % ja jälkeen 87 %), mikä lienee ymmärrettävää ylämäen kohdalla. Polkemisen lopettavien osuus oli ennen 7 % ja jälkeen 8% polkemisen aloittavien osuuden ollessa vastaavasti 5 % ja 6 %. Suunnasta pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan pyöräilijän huomion kohdistuminen taaksepäin. Taakse katsovien pyöräilijöiden osuus kasvoi 10 %:sta 13 %:iin. Oikealle ja vasemmalle katsomista ei pystytty arvioimaan. Liittymän ylitys oli häiriötön 93 %:ssa ennen-tapauksia ja 92 %:ssa jälkeen-tapauksia.

Suunnan 231 autoilijoiden nopeus mitattiin 12 m matkalta saarekkeen kohdalta. Autoilijoiden keskinopeus nousi ennen-tilanteen 10 km/h:sta jälkeen-tilanteen 12 km/h:iin. Suurin osa suunnan autoilijoista pysähtyi suojatien jälkeen (ennen 50 % ja jälkeen 57 %). Suojatien päälle pysähtyneiden osuus laski 7 %:sta 0 %:iin. Tässä kohteessa suojatie ei ollut uusi värillisellä päällysteellä merkitty suojatie, vaan liittymän vastakkaisella puolella oleva suojatie (vrt. suunta *kuvasta 5.4*). Autoilijoista ei pysähtynyt lainkaan ennen 40 % ja jälkeen 43 %. Oikealle ja vasemmalle katsoi ennen-tilanteessa ainakin 73 % autoilijoista ja jälkeen-tilanteessa ainakin 70 %. Epäselviä tapauksia oli melko paljon kameran virheellisen suuntauksen vuoksi (20 % ja 30 %). Huomion kohdistumista havainnoitaessa oli vaikea sanoa, katsoiko autoilija oikealle ja vasemmalle huomioiden myös pyöräilijät, vai ainoastaan autot. Häiriöttömien liittymän ylitysten osuus oli ennen 93 % ja jälkeen 100%.

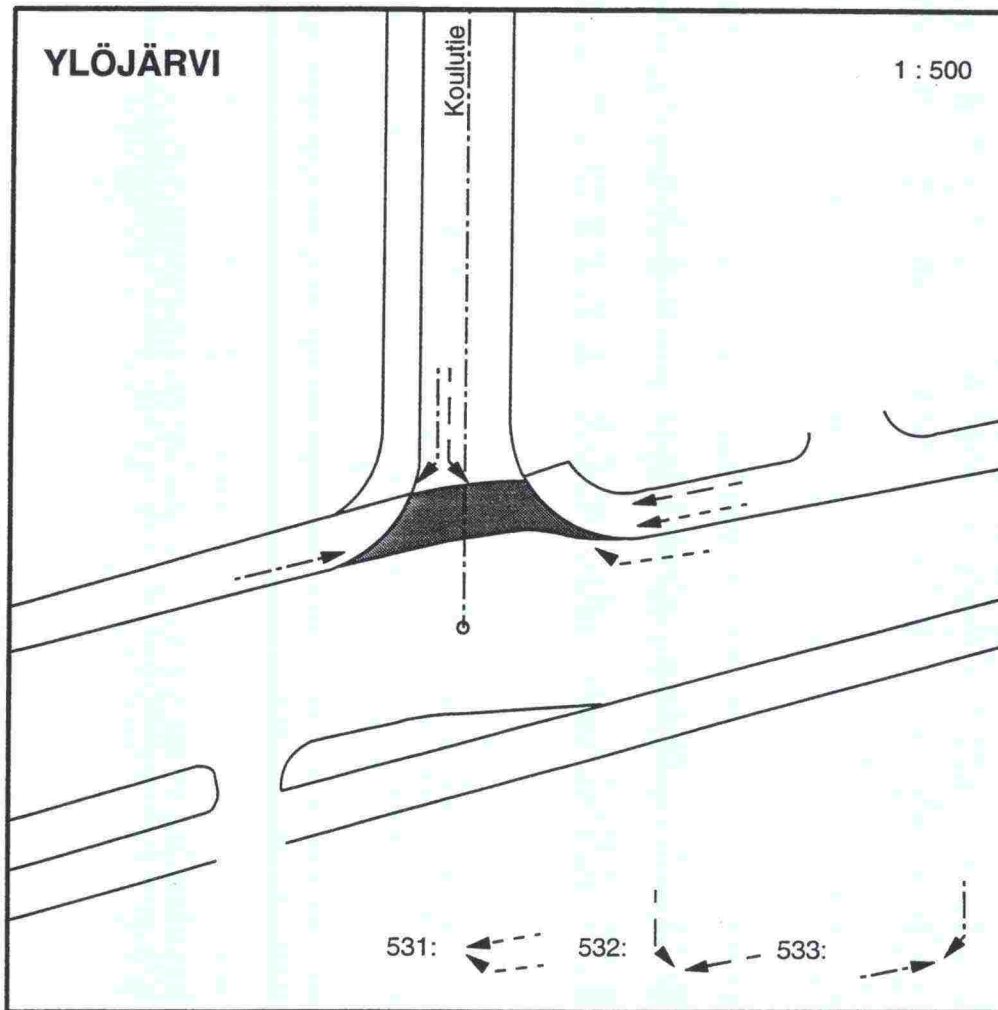
## Ylöjärvi

Tutkimusjakson pituus oli ennen-jaksolla 4,7 h ja jälkeen-jaksolla 5,4 h. Ajanjaksojen henkilö- ja pakettiautojen sekä tutkimussuuntien pyöräilijöiden liikennemäärät ovat *kuvassa 5.5*. Muiden kulkumuotojen liikennemäärät ovat liitteessä 6. Kohteen tutkimussuunnat ja suuntakoodit on esitetty *kuvassa 5.6*. Tutkimushavaintojen lukumäärät on esitetty *taulukossa 5.3*.



Kuva 5.5

Tutkimusjaksojen liikennemäärät Ylöjärvellä.



Kuva 5.6

Tutkimussuunnat ja suuntakoodit Ylöjärvellä.

Taulukko 5.3

Tutkimushavaintojen lukumäärä Ylöjärvellä.  
(Huom! Kohtaamissuuntien 531 ja 532 yksittäiset  
pyöräilijät ovat samat.)

| suunnan<br>koodi | pyöräilijät lkm |         | autot lkm |         | kohtaamiset lkm |         |
|------------------|-----------------|---------|-----------|---------|-----------------|---------|
|                  | ennen           | jälkeen | ennen     | jälkeen | ennen           | jälkeen |
| 531              | 89              | 104     | 20        | 21      | 5               | 3       |
| 532              | 89              | 104     | 0         | 0       | 8               | 6       |
| 533              | 74              | 85      | 0         | 0       | 0               | 1       |
| yhteensä         | 163             | 189     | 20        | 21      | 13              | 10      |



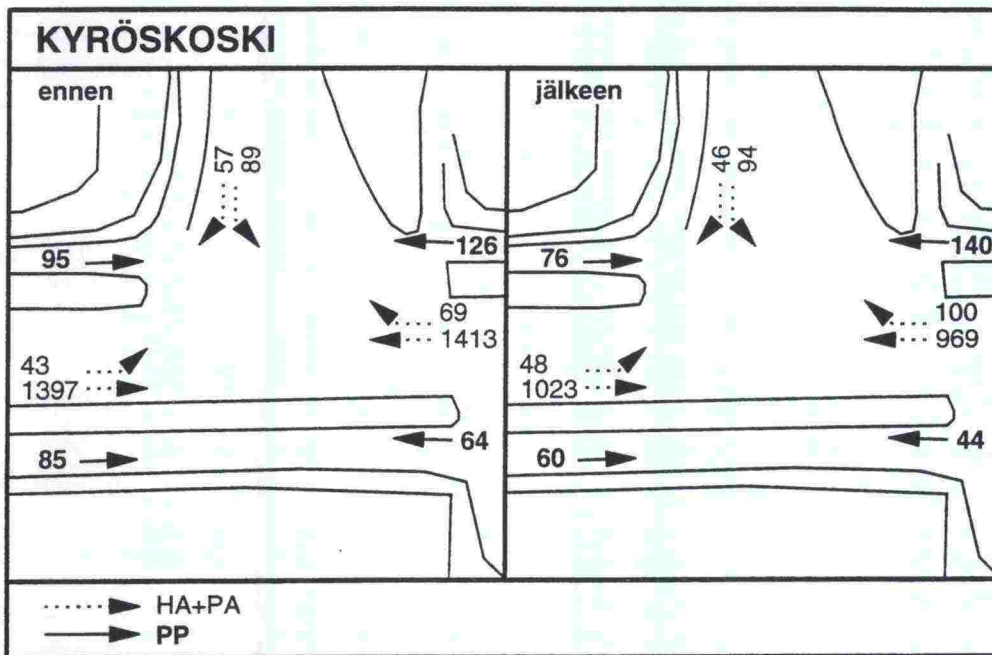
Suuntien 531 ja 532 pyöräilijöiden keskinopeudet oli mitattu 17 m matkalta juuri ennen liittymää. Suunnan keskinopeudet olivat sekä ennen- että jälkeen- tilanteissa 15 km/h. Pyöräilijöistä pysähtyi sekä ennen- että jälkeen- tilanteessa 1 %. Suurin osa pyöräilijöistä polki liittymään tullessaan (ennen 93 % ja jälkeen 88 %). Liittymään tullessa pyöräilijöistä ei polkenut ennen- tilanteessa 1 % ja jälkeen-tilanteessa 3 %. Polkemisen lopetti ennen- jaksossa 1 % ja jälkeen 2 %. Polkemisen aloitti ennen 3 % ja jälkeen 7 %. Suunnasta pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan pyöräilijän huomion kohdistuminen taaksepäin. Taakse katsovien pyöräilijöiden osuus kasvoi 9 %:sta 13 %:iin. Myös oikealle huomion kohdistamista voitiin arvioida. Ennen-tilanteessa oikealle katsoi 18 % pyöräilijöistä ja jälkeen- tilanteessa 19 %. Ennen-tilanteessa pyöräilijöiden liittymän ylityksistä 97 % oli häiriöttömiä ja jälkeen-tilanteessa 99 %.

Suunnan 533 pyöräilijän keskinopeus mitattiin 18 m matkalta juuri ennen liittymää. Keskinopeus laski ennen-tilanteen 18 km/h:sta jälkeen-tilanteen 16 km/h:iin. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen- ja jälkeen-tilanteissa 1 %. Suurin osa pyöräilijöistä ei polkenut tullessaan liittymään (ennen 77 % ja jälkeen 78 %). Tämä johtunee suunnan alamäestä liittymän kohdalla. Polkevien osuus oli ennen 9 % ja jälkeen 4 %, polkemisen lopettavien osuus ennen 1 % ja jälkeen 5 % sekä polkemisen aloittavien osuus 11 % ja 6 %. Suunnasta pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan pyöräilijän huomion kohdistuminen taaksepäin, sillä kamera kuvasi suunnan pyöräilijöitä melko läheltä suoraan edestä päin. Taakse katsovien pyöräilijöiden osuus kasvoi 3 %:sta 6 %:iin muiden suunnan pyöräilijöiden katsoessa vain eteen. Lisäksi jälkeen-tilanteessa 3 % pyöräilijöistä katsoi vasemmalle. Pieniä häiriöitä sisältävien ylitysten osuus kasvoi 4 %:sta 7 %:iin.

Suunnan 531 autoilijoiden nopeus mitattiin ennen-tilanteessa 17 m matkalta juuri ennen liittymää ja jälkeen-tilanteessa 10 m matkalta juuri ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus nousi ennen-tilanteen 23 km/h:sta jälkeen-tilanteen 25 km/h:iin. Suurin osa suunnan autoilijoista ei pysähtynyt lainkaan (ennen 100 % ja jälkeen 90 %). Jälkeen-tilanteessa 5 % autoilijoista pysähtyi ennen värillisellä päällysteellä merkittyä kevyen liikenteen väylää. Oikealle, eteen ja taakse (taakse = oikealle takaviistoon eli kevyen liikenteen väylälle) katsoi ennen-tilanteessa 35 % autoilijoista ja jälkeen -tilanteessa 38 %. Kaikki liittymän ylitykset olivat häiriöttömiä.

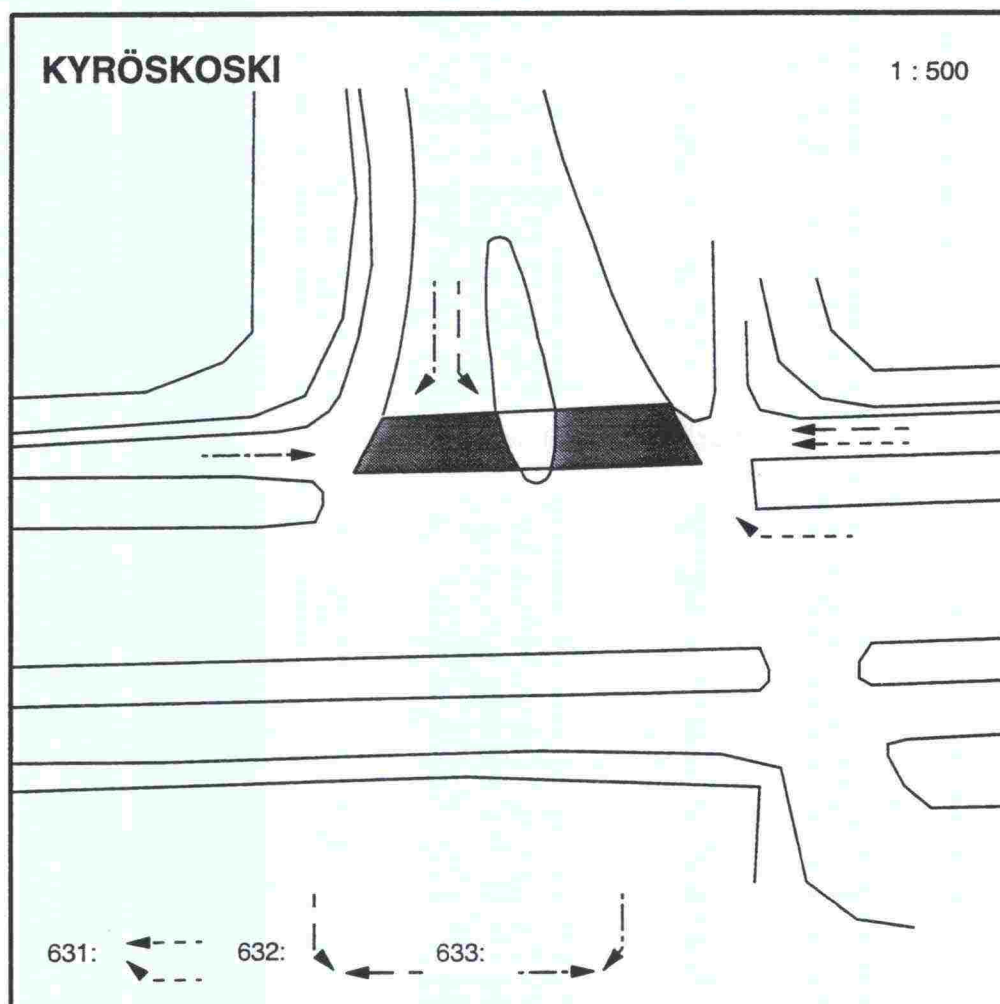
**Kyröskoski**

Tutkimusjakson pituus oli ennen-jaksolla 5,7 h ja jälkeen-jaksolla 5 h. Ajanjaksojen henkilö- ja pakettiautojen sekä tutkimussuuntien pyöräilijöiden liikennemäärät ovat *kuvassa 5.7*. Muiden kulkumuotojen liikennemäärät ovat liitteessä 7. Kohteen tutkimussuunnat ja suuntakoodit ovat *kuvassa 5.8*. Tutkimushavaintojen lukumäärät on esitetty *taulukossa 5.4*.



Kuva 5.7

Tutkimusjaksojen liikennemäärät Kyröskoskella.



Kuva 5.8

Tutkimussuunnat ja suuntakoodit Kyröskoskella.

Taulukko 5.4

Tutkimushavaintojen lukumäärä Kyröskoskella.  
(Huom! Kohtaamissuuntien 631 ja 632 yksittäiset  
pyöräilijät ovat samat.)

| suunnan<br>koodi | pyöräilijät lkm |         | autot lkm |         | kohtaamiset lkm |         |
|------------------|-----------------|---------|-----------|---------|-----------------|---------|
|                  | ennen           | jälkeen | ennen     | jälkeen | ennen           | jälkeen |
| 631              | 128             | 142     | 0         | 0       | 3               | 5       |
| 632              | 128             | 142     | 32        | 35      | 11              | 10      |
| 633              | 96              | 76      | 18        | 15      | 4               | 2       |
| yhteensä         | 224             | 218     | 50        | 50      | 18              | 17      |



Suuntien 631 ja 632 pyöräilijöiden keskinopeudet oli mitattu ennen - tilanteessa 11 m matkalta 4 m ennen liittymää ja jälkeen-tilanteessa 10 m matkalta samoin 4 m ennen liittymää. Suunnan keskinopeudet olivat sekä ennen- että jälkeen-tilanteissa 13 km/h. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen - tilanteessa 1 %. Suurin osa pyöräilijöistä polki liittymään tullessaan (ennen 78 % ja jälkeen 87 %). Kevyen liikenteen väylän tasaus kulkee ajoratoja alempana, joten pyöräilijällä on pieni ylämäki liittymään tullessa. Liittymään tullessa pyöräilijöistä polkemisen lopetti ennen-jaksossa 1 % ja polkemisen aloitti ennen 19 % ja jälkeen 9 %. Suunnasta pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan pyöräilijän huomion kohdistuminen taaksepäin. Taakse katsovien pyöräilijöiden osuus laski 11 %:sta 5 %:iin. Ennen- ja jälkeen-tilanteissa pieniä häiriöitä sisältävien liittymän ylitysten osuus oli molemmissa tapauksissa 4 %.

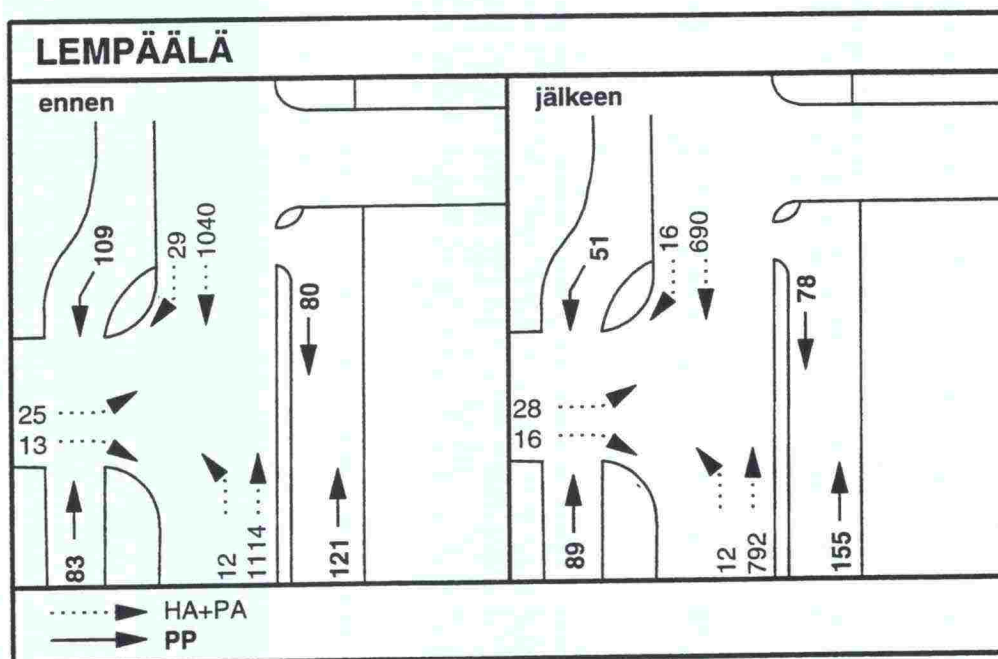
Suunnan 633 pyöräilijän keskinopeus mitattiin 17 m matkalta 3 m ennen liittymää. Keskinopeus nousi ennen-tilanteen 11 km/h:sta jälkeen-tilanteen 17 km/h:iin. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen-tilanteessa 2 %. Suurin osa pyöräilijöistä polki tullessaan liittymään (ennen 69 % ja jälkeen 62 %). Liittymään tullessa polkemattomien osuus oli jälkeen 1 %, polkemisen lopettavien osuus taas ennen ja jälkeen 4 %. Polkemisen aloittavien osuus oli vastaavasti ennen 22 % ja jälkeen 21 %. Suunnan pyöräilijöiden huomion kohdistuminen ei ollut nähtävissä. Pieniä häiriöitä sisältävien ylitysten osuus kasvoi 2 %:sta 4 %:iin.

Suunnan 632 autoilijoiden nopeus mitattiin 9 m matkalta 6 m ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus pysyi jotakuinkin samana (19 km/h ja 20 km/h). Suurin osa suunnan autoilijoista ei pysähtynyt lainkaan liittymässä (ennen 44 % ja jälkeen 57 %). Suojatietä ennen pysähtyvien määrä kasvoi 9 %:sta 23 %:iin ja suojatien päälle pysähtyvien osuus laski 31 %:sta 17 %:iin. Huomion kohdistumisessa oli poikkeuksellisen suuri epäselvien tapausten osuus (ennen 59 % ja jälkeen 34 %) kameran suuntauksen vuoksi (valo heijastui tuulilasista). Oikealle ja vasemmalle katsovien osuus kuitenkin nousi 41 %:sta 54 %:iin. Pieniä häiriöitä sisältävien liittymän ylitysten osuus kasvoi 3 %:sta 9 %:iin.

Suunnan 633 autoilijoiden nopeus mitattiin 9 m matkalta 6 m ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus pysyi jotakuinkin samana (21 km/h ja 22 km/h). Suurin osa suunnan autoilijoista ei pysähtynyt lainkaan (ennen 83 % ja jälkeen 73 %). Ennen värillisen päällysteen omaavaa kevyen liikenteen väylää pysähtyvien osuus kasvoi 6 %:sta 20 %:iin. Oikealle ja vasemmalle katsovien osuus nousi 44 %:sta 60 %:iin. Liittymän ylityksistä oli häiriöttömiä ennen 94 % ja jälkeen 93 %.

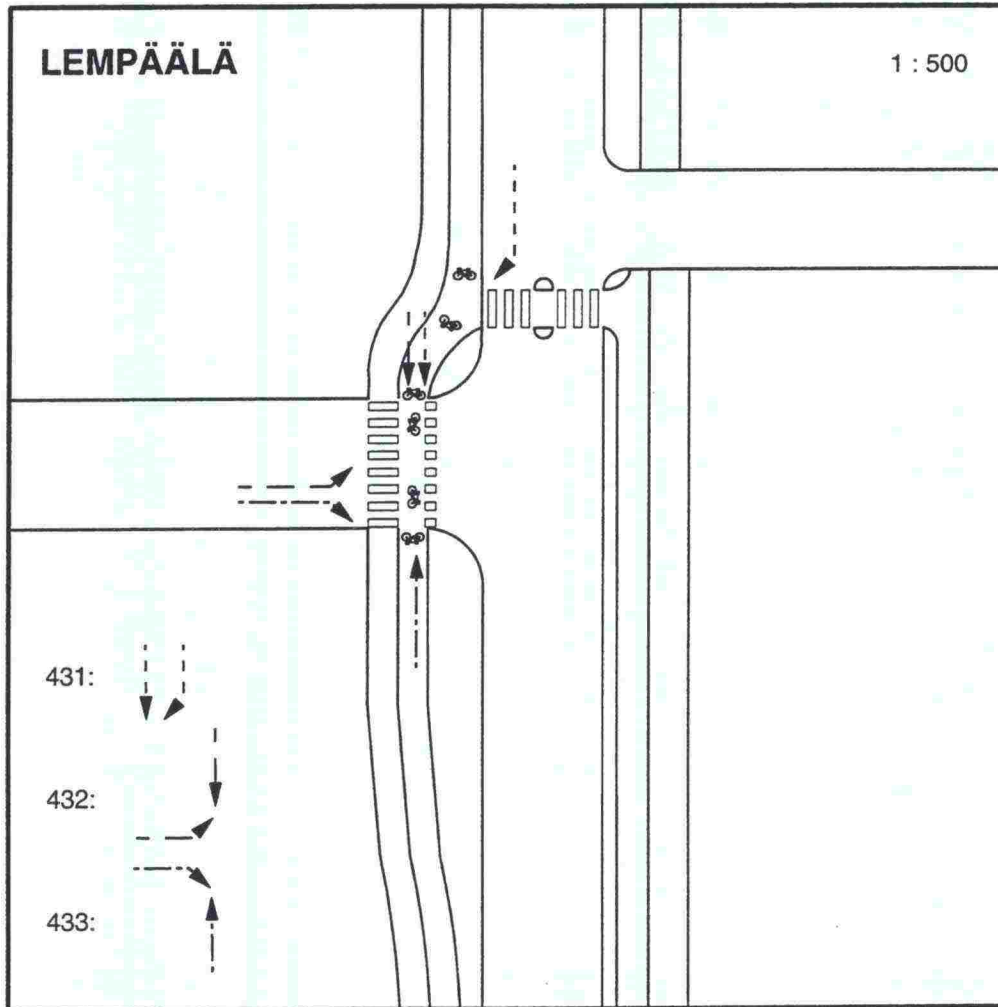
### 5.3 Polkupyöräsymbolein merkitty pyörätienjatke

Tutkimusjakson pituus oli Lempäälän kohteessa ennen-jaksolla 4 h ja jälkeen-jaksolla 4,2 h. Ajanjaksojen henkilö- ja pakettiautojen sekä tutkimussuuntien pyöräilijöiden liikennemäärät ovat *kuvassa 5.9*. Muiden kulkumuotojen liikennemäärät ovat liitteessä 8. Kohteen tutkimussuunnat ja suuntakoodit on esitetty *kuvassa 5.10*. Tutkimushavaintojen lukumäärät on esitetty *taulukossa 5.5*.



Kuva 5.9

Tutkimusjaksojen liikennemäärät Lempäälässä.



Kuva 5.10

Tutkimussuunnat ja suuntakoodit Lempäälässä.

Taulukko 5.5

Tutkimushavaintojen lukumäärä Lempäälässä.  
(Huom! Kohtaamissuuntien 431 ja 432 yksittäiset  
pyöräilijät ovat samat.)

| suunnan<br>koodi | pyöräilijät lkm |         | autot lkm |         | kohtaukset lkm |         |
|------------------|-----------------|---------|-----------|---------|----------------|---------|
|                  | ennen           | jälkeen | ennen     | jälkeen | ennen          | jälkeen |
| 431              | 114             | 51      | 0         | 0       | 2              | 0       |
| 432              | 114             | 51      | 19        | 18      | 5              | 0       |
| 433              | 79              | 92      | 11        | 12      | 1              | 1       |
| yhteensä         | 193             | 143     | 30        | 30      | 8              | 1       |



Suuntien 431 ja 432 pyöräilijöiden keskinopeudet oli mitattu ennen - tilanteessa 14 m matkalta 20 m ennen liittymää ja jälkeen-tilanteessa 13 m matkalta samoin 20 m ennen liittymää. Suunnan keskinopeudet olivat ennen- ja jälkeen-tilanteissa lähes samoja (13 km/h ja 14 km/h). Nopeuden mittausta ei ollut erityisen tarkka. Pyöräilijöistä ei yksikään pysähtynyt. Suurin osa pyöräilijöistä lopetti polkemisen liittymään tullessaan (ennen 61 % ja jälkeen 73 %). Reunakiveys luultavasti aiheutti sen, että pyöräilijät varoivat tärähdystä ja lopettivat polkemisen. Liittymään tullessa pyöräilijöistä polki ennen-jaksossa 18 % ja jälkeen-jaksossa 24 %, polkemisen taas aloitti ennen 18 % ja jälkeen 4 %. Suunnasta pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan pyöräilijän huomion kohdistuminen taaksepäin. Taakse katsovien pyöräilijöiden osuus nousi 6 %:sta 8 %:iin. Ennen- ja jälkeen- tilanteissa pieniä häiriöitä sisältävien liittymän ylitysten osuus laski 3 %:sta 0 %:iin.

Pyöräilijän nopeuden mittausta ei onnistunut suunnalla 433. Yksikään tutkimusjakson pyöräilijöistä ei pysähtynyt liittymässä. Suurin osa pyöräilijöistä polki tullessaan liittymään (ennen 87 % ja jälkeen 80 %). Liittymään tultaessa oli tässä suunnassa ylämäki. Polkemisen lopettavien osuus oli ennen 10 % ja jälkeen 11 % polkemisen aloittavien osuuden ollessa molemmissa tapauksissa 3 %. Suunnan pyöräilijöiden huomion kohdistuminen ei ollut nähtävissä. Häiriöttömien ylitysten osuus kasvoi 95 %:sta 100 %:iin.

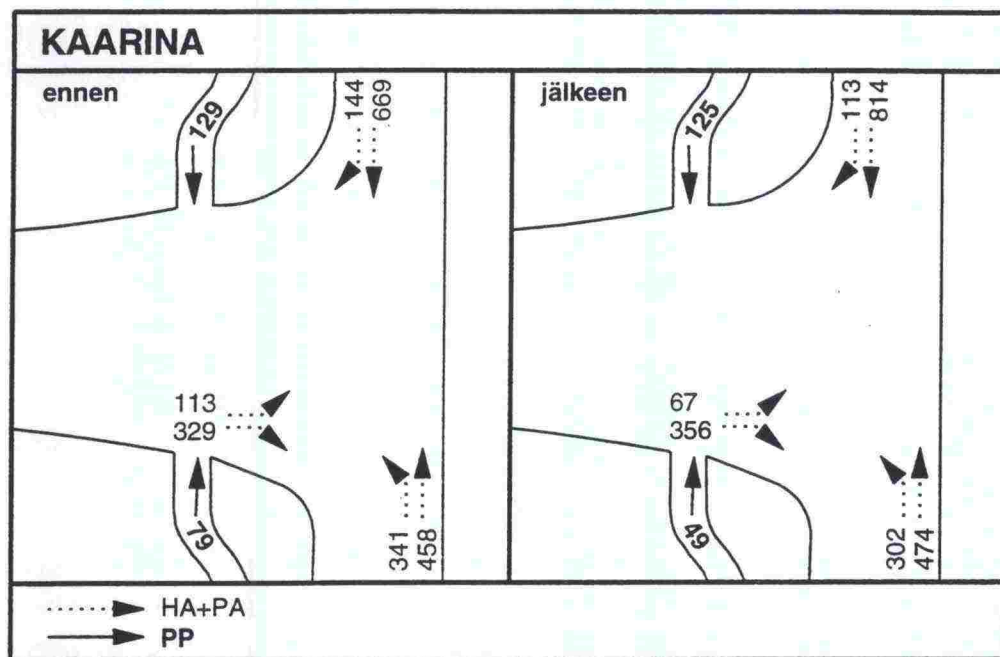
Suunnan 432 autoilijoiden nopeus mitattiin 10 m matkalta juuri ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus pysyi jotakuinkin samana (15 km/h ja 16 km/h). Suurin osa suunnan autoilijoista ei pysähtynyt lainkaan liittymässä (ennen 53 % ja jälkeen 39 %). Kevyen liikenteen väylää ennen pysähtyvien määrä kasvoi 11 %:sta 17 %:iin ja sen päälle pysähtyvien osuus 26 %:sta 39 %:iin. Kevyen liikenteen väylän jälkeen pysähtyvien autoilijoiden osuus laski 11 %:sta 6 %:iin. Oikealle ja vasemmalle katsovien osuus oli ennen 100 % ja jälkeen 72 % (lopun jälkeen-jakson tapauksista olivat epäselviä). Liittymän ylityksistä oli häiriöttömiä ennen 95 % ja jälkeen 100 %.

Suunnan 433 autoilijoiden nopeus mitattiin 10 m matkalta juuri ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus laski 19 km/h:sta 16 km/h:iin. Suurin osa suunnan autoilijoista ei pysähtynyt lainkaan (ennen 64 % ja jälkeen 67 %). Kevyen liikenteen väylän päälle pysähtyvien osuus laski 18 %:sta 8 %:iin ja sen jälkeen pysähtyvien autoilijoiden osuus nousi 9 %:sta 17 %:iin. Oikealle ja vasemmalle katsovien osuus oli ennen 45 % ja jälkeen 42 %. Liittymän ylityksistä oli häiriöttömiä ennen 91 % ja jälkeen 92 %.

Suuntien 422 ja 423 autoilijoilla on liittymään tullessa alamäki.

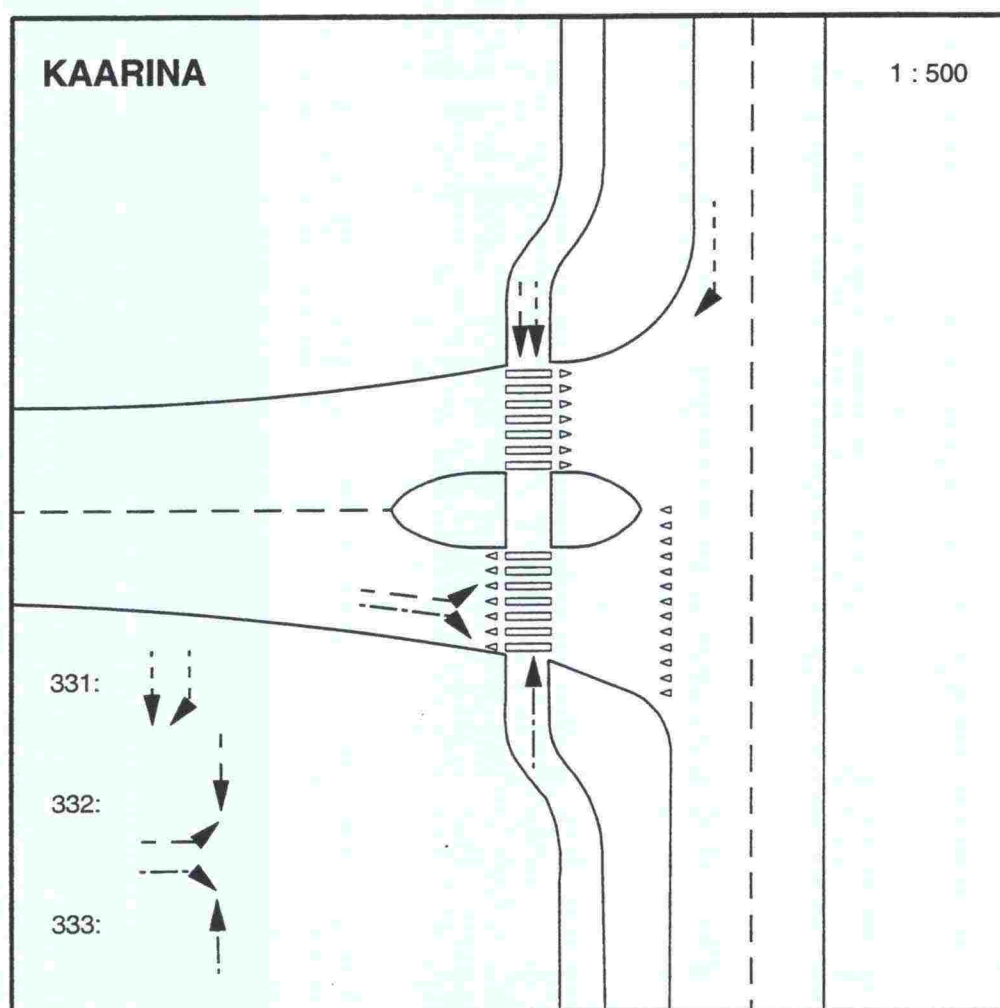
#### 5.4 Väistämisviiva

Tutkimusjakson pituus Kaarinan kohteessa oli ennen-jaksolla 5,1 h ja jälkeen-jaksolla 4,8 h. Ajanjaksojen henkilö- ja pakettiautojen sekä tutkimussuuntien pyöräilijöiden liikennemäärät ovat *kuvassa 5.11*. Muiden kulkumuotojen liikennemäärät ovat liitteessä 9. Kohteen tutkimussuunnat ja suuntakoodit on esitetty *kuvassa 5.12*. Tutkimushavaintojen lukumäärät on esitetty *taulukossa 5.6*.



Kuva 5.11

Tutkimusjaksojen liikennemäärät Kaarinassa.



Kuva 5.12

Tutkimussuunnat ja suuntakoodit Kaarinassa.

Taulukko 5.6

Tutkimushavaintojen lukumäärä Kaarinassa.  
(Huom! Kohtaamissuuntien 331 ja 332 yksittäiset  
pyöräilijät ovat samat.)

| suunnan<br>koodi | pyöräilijät lkm |         | autot lkm |         | kohtaamiset lkm |         |
|------------------|-----------------|---------|-----------|---------|-----------------|---------|
|                  | ennen           | jälkeen | ennen     | jälkeen | ennen           | jälkeen |
| 331              | 129             | 125     | 0         | 0       | 2               | 4       |
| 332              | 129             | 125     | 17        | 14      | 7               | 7       |
| 333              | 74              | 49      | 35        | 36      | 7               | 5       |
| yhteensä         | 203             | 174     | 52        | 50      | 16              | 16      |



Suuntien 331 ja 332 pyöräilijöiden keskinopeudet oli mitattu ennen - tilanteessa 20 m matkalta ja jälkeen-tilanteessa 14 m matkalta juuri ennen liittymää. Suunnan keskinopeus oli ennen-tilanteessa 17 km/h ja jälkeen-tilanteessa 19 km/h. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen-tilanteessa 1 %. Suurin osa pyöräilijöistä polki liittymään tullessaan (ennen 76 % ja jälkeen 74 %). Kevyen liikenteen väylän tasaus kulki ajoratoja alempana, joten pyöräilijällä oli pieni ylämäki liittymään tultaessa. Liittymään tullessa pyöräilijöistä polkemisen lopetti ennen-jaksossa 2 % ja jälkeen 3 % ja polkemisen aloitti ennen ja jälkeen 22 %. Suunnasta pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan pyöräilijän huomion kohdistuminen taaksepäin. Taakse katsovien pyöräilijöiden osuus kasvoi 6 %:sta 20 %:iin. Ennen-tilanteessa pyöräilijöiden liittymän ylityksistä 91 % oli häiriöttömiä ja jälkeen-tilanteessa 98 %.

Suunnan 333 pyöräilijän keskinopeus mitattiin 41 m matkalla 4 m ennen liittymää. Keskinopeus oli ennen-tilanteessa 23 km/h ja jälkeen-tilanteessa 24 km/h. Pyöräilijöistä pysähtyi ennen-tilanteessa 1 % ja jälkeen -tilanteessa 2 %. Suurin osa pyöräilijöistä polki tullessaan liittymään (ennen 82 % ja jälkeen 59 %). Polkemisen lopettavien osuus oli ennen 1 % ja jälkeen 10 % sekä polkemisen aloittavien osuus vastaavasti 8 % ja 22 %. Suunnan pyöräilijöiden huomion kohdistuminen ei ollut nähtävissä. Pieniä häiriöitä sisältävien ylitysten osuus kasvoi 9 %:sta 12 %:iin.

Suunnan 332 autoilijoiden nopeus mitattiin 10 m matkalta juuri ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus nousi 11 km/h:sta 13 km/h:iin. Liittymässä autoilijoista ei pysähtynyt ennen 47 % ja jälkeen 43 %. Ennen suojatietä ja ensimmäistä väistämisviivaa pysähtyvien määrä laski 24 %:sta 7 %:iin ja suojatien päälle pysähtyvien osuus 24 %:sta 0 %:iin. Suojatien jälkeen, toisen väistämisviivan eteen pysähtyvien osuus kasvoi 6 %:sta 50 %:iin. Oikealle ja vasemmalle katsovien osuus laski 100 %:sta 93 %:iin (loput jälkeen-tilanteen tapahtumista olivat epäselviä). Liittymän ylityksistä oli häiriöttömiä ennen 94 % ja jälkeen 100 %.

Suunnan 333 autoilijoiden nopeus mitattiin myös 10 m matkalta juuri ennen liittymää. Autoilijoiden keskinopeus pysyi samana (11 km/h). Suurin osa suunnan autoilijoista ei pysähtynyt lainkaan (ennen 83 % ja jälkeen 61 %). Suojatietä ja ensimmäistä väistämisviivaa ennen pysähtyvien määrä nousi 3 %:sta 17 %:iin ja suojatien päälle pysähtyvien osuus 0 %:sta 8 %:iin. Suojatien jälkeen, toisen väistämisviivan eteen pysähtyvien osuus laski 14 %:sta 8 %:iin. Oikealle ja vasemmalle katsovien osuus laski 49 %:sta 44 %:iin. Kaikki liittymän ylitykset olivat häiriöttömiä.

## 5.5 Tulosten arviointia

Suoraan liittymään ylittävien pyöräilijöiden keskinopeudet liittymään tultaessa vaihtelivat koko aineistossa geometrian mukaan 9 km/h:sta 25 km/h:iin. Nopeudet eri olosuhteissa on esitetty *taulukossa 5.7*, jossa pyöräilijöiden suunnat on esitetty sivutieltä tulevan autoilijan kannalta. Vasemmalta tulevien pyöräilijöiden nopeudet mitattiin keskinopeuksina 7-20 m matkalta yleensä juuri ennen liittymää (Lempäälän tapauksessa 20 m ennen liittymää). Oikealta tulevien pyöräilijöiden nopeudet mitattiin 13-41 m matkalta 0-11 m ennen liittymää. Nopeudet laskettiin videonauhalla mittapisteiden välin pituuden ja siihen kuluneen ajan perusteella.

*Taulukko 5.7*

*Pyöräilijöiden keskinopeudet liittymään tultaessa eri geometria-olosuhteissa.*

| Liittymän geometria | Vasemmalta tulevat pyöräilijät<br>Keskinopeus | Oikealta tulevat pyöräilijät<br>Keskinopeus |
|---------------------|---|---|
| Tasainen            | 13-19 km/h (1087 kpl)                         | 11-24 km/h (295 kpl)                        |
| Alamäki             | -   | 16-25 km/h (310 kpl)                        |
| Ylämäki             | 9-12 km/h (141 kpl)                           | -   |

Pyöräilijöistä pysähtyi liittymään tullessaan yleensä 0-4 %. Poikkeuksena oli Piikkiön tutkimuskohde, jossa pysähtyneiden osuus oli jopa 11 %. Tämä johtui suuresta alle 15-vuotiaiden pyöräilijöiden osuudesta (48 % otoksesta; koko aineiston alle 15-vuotiaiden osuus oli 17 %). Kun koko aineiston muissa ikäryhmissä pysähtymisen osuus oli 0-1 %, oli se alle 15-vuotiaiden ryhmässä 5 %. Pyöräilysuunnilla ei ollut vaikutusta liittymässä pysähtymiseen.

Pyöräilysuunnista riippumatta havaittiin pyöräilijöiden useimmiten polkevan liittymään tullessaan, jos kyseessä oli tasainen maasto tai ylämäki. Alamäen ollessa kyseessä suurin osa pyöräilijöistä ei polkenut liittymään tullessaan. Poikkeuksena näistä oli reunatuellinen kevyen liikenteen väylä, jonka tapauksessa suurin osa pyöräilijöistä lopetti polkemisen. Syynä lienee reunatuen ylityksestä aiheutuvan tärähdyksen välttäminen eikä niinkään tarkkaavaisuuden erityinen kohdistaminen liikenteeseen.



Vasemmalta tulevien pyöräilijöiden, joiden huomio kohdistui myös takaviistoon pääväylälle, osuus vaihteli 3 %:sta 20 %:iin. Suurimmillaan huomion takaviistoon kohdistavien pyöräilijöiden osuus oli vilkkaissa liittymissä.

Koko aineiston perusteella autoilijoiden keskinopeudet liittymään tultaessa vaihtelivat 10 km/h:sta 39 km/h:iin. Suurimmillaan nopeudet olivat hiljaisissa liittymissä ja päätieltä kääntyvien ajoneuvojen tapauksissa. Nopeudet mitattiin 9-17 m matkalta yleensä juuri ennen liittymää; Kyröskosken kohteessa nopeus mitattiin 6 m ennen liittymää.

Sivutieltä vasemmalle kääntyvien autojen havaittiin pysähtyvän useammin kuin oikealle kääntyvien autojen. Suojatien jälkeen pysähdyttiin useimmiten saarekkeellisissa, laajoissa liittymissä.

Lähes kaikki sivutieltä liittymän yli ajavat autoilijat katsoivat sekä oikealle että vasemmalle, kuten myös sivutieltä vasemmalle kääntyvät autoilijat. Sivutieltä oikealle kääntyvistä autoilijoista noin 40-60 % katsoi oikealle ja vasemmalle, vain vasemmalle katsoi 40-50 %. Pääväylältä oikealle kääntyvistä noin kolmannes katsoi myös takaviistoon kevyen liikenteen väylälle.

**Väriällisen päällysteen** vaikutuksia autoilijoiden nopeuksiin ei ollut havaittavissa lukuunottamatta yhtä kohdetta, jossa autoilijoiden keskinopeus laski huomattavasti (39 km/h:sta 23 km/h:iin).

Autoilijoiden pysähtymisen osuus liittymään tultaessa pysyi kutakuinkin samana lukuunottamatta yhtä kohdetta. Tässä kohteessa vasemmalle kääntyvien, ennen kevyen liikenteen väylää pysähtyvien autoilijoiden osuus nousi ja kevyen liikenteen väylän päälle ja jälkeen pysähtyvien osuus laski. Niin ikään oikealle kääntyvien autoilijoiden pysähtyminen ja erityisesti ennen kevyen liikenteen väylää pysähtyminen lisääntyi.

Autoilijoiden huomion kohdistumisessa oli selvä muutos ainoastaan yhdessä kohteessa, jossa oikealle kääntyvät autoilijat katsoivat selvästi enemmän oikealle väriällisen päällysteen lisäämisen jälkeen.

Pyöräilijöiden nopeuden muutoksissa ei ollut selvää säännönmukaisuutta. Kahdessa kohteessa havaittiin vasemmalta tulevien pyöräilijöiden polkevan useammin liittymään tullessaan. Näin ollen pyöräilijät tullevat liittymään varmemmin, eivätkä ole niin varovaisia.

Kolmessa kohteessa vasemmalta tulevat pyöräilijät katsoivat väriällisen päällysteen myötä useammin takaviistoon pääväylälle.



**Polkupyöräsymbolien ja pyörätienjatkeen** tapauksessa sivutieltä oikealle kääntyvien autojen nopeus laski, vasemmalle kääntyvillä ei tapahtunut sanottavaa muutosta. Pyöräilijöiden nopeudet säilyivät samoina.

Sivutieltä oikealle kääntyvät autot pysähtyivät harvemmin suojatien päälle, ja useammin suojatien jälkeen. Vasemmalle kääntyvät autot pysähtyivät yleensäkin useammin merkinnän tekemisen jälkeen, etenkin suojatietä ennen ja sen päälle.

Sivutieltä päätielle kääntyvien autoilijoiden huomion kohdistumiseen merkinnällä ei ollut vaikutusta. Vasemmalle kääntyvät autoilijat katsoivat yleensä sekä oikealle että vasemmalle. Oikealle kääntyvistä autoilijoista noin puolet katsoi edelleen vain vasemmalle.

Pyöräilijöiden käyttäytymiseen polkupyöräsymboleilla ja pyörätienjatkeella ei ollut vaikutusta.

**Väistämisviivalla** ei ollut sanottavaa vaikutusta sivutieltä tulevien autoilijoiden nopeuksiin. Pyöräilijöiden nopeudet nousivat hieman.

Vasemmalle kääntyvät autoilijat pysähtyivät selkeästi useammin suojatien jälkeen, eivätkä enää niin usein ennen suojatietä tai sen päälle kuten ennen väistämisviivan merkitsemistä. Tämä parantanee kevyen liikenteen sujuvuutta, sillä pyöräilijöiden ei tarvitse enää kiertää suojatien päällä odottavia ajoneuvoja. Vasemmalle kääntyvien autoilijoiden huomion kohdistamisessa ei havaittu muutoksia, yleensäkin nämä autoilijat katsoivat sekä oikealle että vasemmalle.

Oikealle kääntyvistä autoilijoista useammat pysähtyivät liittymässä väistämisviivan merkitsemisen jälkeen. Autoilijat pysähtyivät useammin suojatien eteen, mutta myös sen päälle. Väistämisviiva ei lisännyt autoilijoiden huomion kohdistamista, edelleenkin noin puolet autoilijoista katsoi vain vasemmalle. Vaikka autoilijat pysähtyivät useammin, on pyöräilijöiden oltava edelleen tarkkana liittymään tullessaan eivätkä he voi luottaa autoilijan huomaavan pyöräilijän.

Vasemmalta tulevien pyöräilijöiden liittymän ylitykset muuttuivat väistämisviivan myötä häiriöttömämmiksi ja nämä pyöräilijät myös katsoivat useammin taakse liittymään tullessaan. Oikealta tulevat pyöräilijät lopettivat tai aloittivat polkemisen liittymään tullessaan useammin, joten he mahdollisesti varoivat liittymään tuloa enemmän kuin aiemmin.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

### 6.1 Metodin soveltuvuus

Tarkkailututkimus soveltuu melko hyvin liikenneympäristön muutostoimenpiteiden arviointiin. Se on selkeä, yksinkertainen ja helposti sovellettava menetelmä käytettäväksi suhteellisen pienin resurssein. Tutkimusta suunniteltaessa on olennaista pohtia niitä tienkäyttäjän käyttäytymispiirteitä, joita halutaan muutostoimenpiteen avulla muuttaa. On myös selvitettävä miksi juuri tietyt käyttäytymispiirteet ovat ei-toivottua käyttäytymistä ja miten näitä piirteitä on helpointa mitata.

Tutkimuskohteiden valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Valittavien kohteiden tulee liikennemääriltään olla riittävän vilkkaita erityisesti valituista tutkimussuunnista. Ennen lopullista kohteiden valintaa onkin syytä tarkistaa kohteiden liikennemäärät suunnittain liikennelaskennalla ja näin selvittää kohteiden soveltuvuus tutkimukseen.

Videokameroiden hyväksikäyttö tarkkailututkimuksessa antaa mahdollisuuksia tarkempaan tiedon hallintaan. Nauhalta voi tutkia useiden tienkäyttäjien toimintaa yhtäaikaaisesti ja tarkkailun voi tarvittaessa uusaa. Myös tutkimusasetelmaa on nauhoituksen rajoissa mahdollista tarkistaa.

Videonauhoitettu tarkkailumateriaali on toisaalta melko työläs analysoida. Paikalla tapahtuneeseen tarkkailuun verrattuna videoiden analyysiin kuluu vähintään kaksinkertainen aika. Hyvin suunnitellut, selkeät ja yksinkertaiset tarkkailulomakkeet yhdistettynä paikalla tapahtuneeseen tarkkailuun tuovat todennäköisesti yhtä luotettavan tuloksen huomattavasti pienemmillä resursseilla kuin videoaineistoon perustuva tarkkailu.

Haastattelu- tai kyselytutkimus olisi luonteva keino täydentää tarkkailututkimusta. Sillä olisi mahdollista saada selville tienkäyttäjien arvio ja kokemus liikenneympäristön muutoksista. Nämä suunnittelussa tärkeät tienkäyttäjien mielipiteet eivät useinkaan ole päättäjien ja suunnittelijoiden tiedossa. Haastattelu- tai kyselytutkimuksilla olisi mahdollista saada lisäinformaatiota, joskin subjektiivista, tienkäyttäjän toiminnasta.

Tässä tutkimuksessa sovellettua metodologia olisi mahdollista kehittää edelleen joiltakin osin. Menetelmän kehittäminen tarkemmaksi toisi luotettavampia tuloksia.



Tässä tutkimuksessa tarkasteltu pyöräilijöiden polkeminen liittymään tultaessa riippuu useista eri tekijöistä: liittymän maasto-olosuhteista ja väylien tasauksista, polkupyörän tyypistä, pyöräilijän iästä ja kokemuksesta sekä reunakiveyksistä ja muista epätasaisuuksista. Koska pyöräilijä itse tuottaa liikkumiseen tarvittavan energian, ei hän mielellään pysähdy, vaikka liikennetilanne niin vaatisikin. Tällöin pyöräilijä väistää tai hidastaa, polkee paikallaan. Nämä kaikki eri vaikutukset tulisi huomioida. Näiltä osin tutkimuksen metodi oli yksinkertaistettu.

Sekä autoilijoiden että pyöräilijöiden pysähtymistä ja huomion kohdistamista tarkkailtaessa olisi mahdollista erotella eri liittymän kohdat (esimerkiksi ennen suojatietä, suojatiellä, sen päällä jne.), joissa käyttäytymispiirteitä havainnoitaisiin. Näin saataisiin tarkempi kuva koko liittymän tapahtumaketjun vaiheista.

Tässä tutkimuksessa autoilijoiden pysähtymisistä rekisteröitiin vain ensimmäinen pysähtyminen, siis pyöräilijän ja autoilijan kohtaamiseen vaikuttava pysähtyminen. Mikäli autoilija pysähtyi sekä ennen kevyen liikenteen väylää että sen jälkeen, tapahtumista rekisteröitiin vain ennen suojatietä tapahtunut pysähtyminen. Näin ollen autoliikenteen keskinäistä vuorovaikutusta ei selvitetty. On siis mahdollista, että jonkin toimenpiteen vaikutuksesta sivutieltä tuleva autoilija on tarkkaavaisempi kevyen liikenteen suhteen ja pysähtyy ennen kevyen liikenteen väylää, mutta ei ole enää niin tarkkaavainen liittyessään ajoneuvoliikenteeseen, vaan ajaa päätielle pysähtymättä uudelleen.

Nopeuden mittaamiseen tarvittaisiin tarkempia menetelmiä. Sekuntikellolla kahden pisteen väliseen matkaan kuluneen ajan mittaamiseen nauhalta liittyy useita epävarmuustekijöitä: mittapisteiden välien mittaaminen, kellon käyttö ja videokameran kuvauskulman aiheuttama virhe. Tällä menetelmällä nopeudet ovat korkeintaan suuntaa antavia ja verrattavissa ainoastaan vastaavaan ennen - jälkeen-tilanteeseen.

Tutkimuksessa olisi syytä arvioida muutostoimenpiteiden vaikutuksia myös aika-akselilla. Vaikutusten kesto, mahdollinen muuttuminen liikennekäyttäytymisessä ajan myötä sekä pysyvien toimintatapojen muodostuminen vaativat selvittämistä ja pohdintaa.



## 6.2 Toimenpiteiden vaikutukset

Värillisen päällysteen vaikutuksia on tutkittu useissa maissa ja sen turvallisuutta tai liikennöitävyyttä parantavia vaikutuksia ei ole voitu yksiselitteisesti selvittää. Saksassa havaittiin värillisten, pyöräliikenteelle tarkoitettujen liittymien sekoittumiskaistojen parantavan pyöräilijöiden turvallisuutta pelkkiin tiemerkintöihin verrattuna.

Värillisiä päällysteitä kuitenkin käytetään yleisesti sekä pyöräteiden ja -kaistojen linjaosuuksilla että liittymissä. Niillä voidaan ohjata pyöräilijöitä ja osoittaa pyöräilijän oma liikennetila liittymäalueella.

Tämän tutkimuksen perusteella värillisen päällysteen vaikutuksesta pyöräilijät liikkuvat huolettomammin, polkevathan he useammin liittymään tullessaan. Toisaalta pyöräilijät ovat myös tarkkaavaisempia ja katsovat useammin taaksepäin pääväylälle. Tutkimusaineiston perusteella ei voida varmasti sanoa, parantaako värillinen päällyste autoilijoiden tarkkaavaisuutta, vaikka yhdessä neljästä kohteesta huomion kohdistuminen ja ennen kevyen liikenteen väylää pysähtyminen lisääntyikin.

Polkupyöräsymboleita käytetään osoittamaan pyöräilijän liikennetila erilaisilla liikennealueilla. Polkupyöräsymbolien ja pyörätienjatkeen merkitseminen saattaa parantaa pyöräliikenteen sujuvuutta, sillä autoilijat pysähtyvät useammin ennen tai jälkeen suojatien eivätkä niin usein enää sen päälle. Autojen pysähtyessä havaintojen tekemiseen käytettävä aika lisääntyy. Toisaalta on myös syytä arvioida, saako kunnolla merkitty leveä suojatie aikaan saman vaikutuksen, sillä tutkimuskohteen ennen-tilanteen suojatiemerkintä oli hyvin kulunut ja epäselvä.

Useissa Euroopan maissa väistämisviiva on yleisesti käytössä väistämisvelvollisuutta osoittamassa ajoratojen keskinäisissä liittymissä, ajoratojen ja kevyen liikenteen väylien liittymissä sekä kevyen liikenteen väylien keskinäisissä risteämiskohdissa. Suomessa sitä käytetään korostamaan väistämisvelvollisuutta ilmaisevaa liikennemerkkiä. Pelkkänä tiemerkintänä se ei sovellu Suomeen vuodenaikojen vaihtelun vuoksi.

Tutkimuksen perusteella havaittiin väistämisviivan parantavan pyöräliikenteen sujuvuutta. Sivutieltä vasemmalle kääntyvät autoilijat eivät enää pysähdy suojatien päälle, vaan suojatien jälkeen ennen toista väistämisviivaa. Tällöin pyöräilijöiden ei tarvitse väistää suojatien päällä seisovia autoja. Oikealle kääntyvät autot pysähtyvät useammin väistämisviivan merkitsemisen jälkeen, joten autoilijoiden mahdollisuus havaita useampia liikennetapahtumia lisääntyy. Tutkimusaineiston perusteella autoilijoiden huomion kohdistuminen useampiin suuntiin ei kuitenkaan lisääntynyt.

## 7 KIRJALLISUUSLUETTELO

Anon. 1995. TIEMERKINTÄMASSA 2000 valkoinen. Tuoteseloste 592 C. Teknos Winter Oy.

Edman, B. 1995. Video hörnsten i konfliktstudier. VTI-aktuellt, 1/95.

Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen 1992. Sicherung von Radfahrern an städtischen Knotenpunkten. Bergish Gladbach.

Hagenzieker, M.P. 1994. Bicycle facilities at intersections, A review of the guidelines in Denmark, The Netherlands, United Kingdom, and Germany. Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam, Alankomaat.

Hagenzieker, M.P. 1995. Psykologi, Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam, Alankomaat. Keskustelu 18.9.1995.

Herrstedt, L. 1992. New Danish Research Programme on the Safety of Cyclists in Urban Areas. In: Conférence Vélo Mondiale. 13.-17.9.1992. Montreal, Kanada.

Häkkinen, S. & Luoma, J. 1991. Liikennepsykologia. Hämeenlinna. Otatie-to.

Johannessen, S. 1982. Pienten tie- ja liikenneteknisten toimenpiteitten turvallisuusvaikutukset Pohjoismaissa. EMMA-raportti 7, käsikirja. Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk, Norges tekniske høgskole. Laadittu Pohjoismaiden ministerineuvoston toimeksiannosta. Raportti no 64.

Karlsson, M. 1995. Gatukontoret i Malmö. Henkilökohtainen tiedonanto. 25.10.1995.

Kulmala, R. 1980. Liikenteen konfliktitutkimukset 1979. VTT Tie- ja liikene-laboratorio. Tiedonanto 57. Espoo.

Kulmala, R. 1989. Kanavoitujen liittymien turvallisuus, Konfliktitutkimus kuudessa maantieliitymässä. VTT tiedotteita 1011. Espoo.

Kulmala, R. & Pajunen, K. 1985. Kevyen liikenteen väylien konfliktitutkimuksia pääkaupunkiseudulla. VTT tiedotteita 410. Espoo.

Kulmala, R. & Pajunen, K. 1986. Konfliktitutkimus Tuusulantien Korson liittymässä. VTT tiedotteita 641. Espoo.



Liikenneministeriö 1991. Tiemeraintasäännösten uusiminen. Liikenneministeriön julkaisu 29/91. Helsinki.

Liikenneministeriö 1995. Polkupyöräonnettomuuksien vähentäminen. Liikenneministeriön julkaisu L 25/95. Helsinki.

Liikenneturva 1984. STOP-merkin vaikutukset liikennekäyttäytymiseen ja -turvallisuuteen rautatien tasoristeyksissä. Liikenneturva, Tutkimusosaston julkaisu 68/1984. Helsinki.

Liikenneturvallisuuden käsikirja 1992. Liikenneministeriö, Tielaitos, Liikenneturva. Tampere.

Linderholm, L. 1992. Traffic Safety Evaluation of Engineering Measures, Development of a Method and its Application to How Physical Lay-Outs Influence Bicyclists at Signalized Intersections. Lunds Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering. Bulletin 105. Lund.

Ljungberg, C. 1982. Utformning av cykeltrafikanläggningar, del 1: Basdata och metoder för undersökning. Byggeforskningsrådet rapport R135, 1982. Stockholm.

Lukkarila, E. 1995. Teknos Winter Oy. Saatekirje 25.7.1995.

Mäntynen, J. & Kalenoja, H. 1992. Liikenteen ympäristövaikutukset ja liikenneturvallisuus. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tie- ja liikennetekniikka, Julkaisu 18. Tampere.

Noordzij, P. 1988. Studies of Safety at Intersections: Some Theoretical and Methodological Issues. In: Road User Behaviour: Theory and Research. Ed. Rothengatter, T. & de Bruin, R. Traffic Research Centre, University of Groningen. Van Gorcum.

Nordisk Ministerråd 1994. Cyclister i kryds - afprøvning af nye reguleringsformer. København.

Pasanen, E. 1992. Oikealle kääntyvän autoilijan ja oikealta tulevan pyöräilijän ongelma. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston selvityksiä L 1992:3. Helsinki.

Puntanen, S. 1994. Liikenneturvallisuustyön resurssit. Liikennetekniikan erikoistyö. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Julkaisematon.



Rämä, P. 1994. Att gå över en gata - en forskningsmetod för barns beteende. In: 8:e Nordiska Kongressen i Trafikmedicin, Göteborg, 16-19 juni 1994. Svensk Trafikmedicinsk Förening.

Räsänen, M. 1994. Polkupyöräonnettomuudet Helsingissä, Hämeenlinnassa, Mikkelissä ja Ylivieskassa. Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta (VALT). Helsinki.

Slop, M. 1995. Project manager. Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam, Alankomaat. Keskustelu 18.9.1995.

Thulin, H. & Obrenovic, A. 1992. Cyklisternas och de gåendes trafiksäkerhet i Uppsala centrala delar. VTI meddelande 671.

Tie- ja vesirakennushallitus Liikennetoimisto & Helsingin yliopisto Psykologian laitos 1981. Varoitusvilkku ja jalankulkijoiden turvallisuus, Kokeellinen tutkimus autonkuljettajien käyttäytymisestä. TVH 741966. Helsinki.

Tielaitos 1995. Pyöräilyn edistäminen Euroopassa, Esimerkkejä ja kokemuksia. Tielaitoksen selvityksiä 33/ 1995. Helsinki.

Tieliikennelait 1995. Lakimiesliiton Kustannus. Jyväskylä.

Top, T. & Timmermans, D. 1988. Behaviour of Cyclists at Intersections. In: Road User Behaviour: Theory and Research. Ed. Rothengatter, T. & de Bruin, R.. Traffic Research Centre, University of Groningen. Van Gorcum.

Twisk, D.A.M. 1995. Psykologi. Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam, Alankomaat. Keskustelu 18.9.1995.

Twisk, D.A.M. & Hagenzieker, M.P. 1993a. Feitelijk en beoogd fietsgedrag in relatie tot veiligheid (Actual Cycling Behaviour and Intended Use of Bicycle Facilities in Relation to Safety). Institute for Road Safety Research SWOV. Leidschendam.

Twisk, D.A.M. & Hagenzieker, M.P. 1993b. Veiligheidsbeoordeling van fietsroutes; overwegingen en een werkwijze (Safety Assessment of Cycle Routes: Considerations and an Approach). Institute for Road Safety Research SWOV. Leidschendam.

Twisk, D.A.M. & Hagenzieker, M.P. 1993c. Veiligheidsbeoordeling van fietsroutes in Oud-Beijerland en Eindhoven (Safety Assessment of Cycling Routes in Oud-Beijerland and Eindhoven). Institute for Road Safety Research SWOV. Leidschendam.

Vegdirektorat 1993. Sykkelanlegg i byer og tettsteder, Håndbok for planlegging. Den nasjonale sykkelkonferansen, Lillehammer 7.-8. oktober '93, Arbeidssesjon. Oslo.

Vejdirektoratet 1994a. Cyklisters sikkerhed i byer. Trafiksikkerhed og Miljø, rapport 10.

Vejdirektoratet 1994b. Nye evalueringsmetoder, konfliktteknik og adfærdstudier. Vejplanområdet, Trafiksikkerhed og Miljø, Notat 3.

## 8

## LIITTEET

1. Kohtaamistapahtuman koodauslomake
2. Yksittäisen pyöräilijän koodauslomake
3. Yksittäisen autoilijan koodauslomake
4. Liikennemäärät Piikkiön kohteessa
5. Liikennemäärät Halikon kohteessa
6. Liikennemäärät Ylöjärven kohteessa
7. Liikennemäärät Kyröskosken kohteessa
8. Liikennemäärät Lempäälän kohteessa
9. Liikennemäärät Kaarinan kohteessa



## KOHTAAMINEN

LIITE 1

Tietuenro \_\_\_\_\_

Kohde \_\_\_\_\_

Kuvaus 1 ennen  
2 jälkeen

Tapahtuma-aika \_\_\_\_\_

Muuta \_\_\_\_\_

## Kohtaamistyyppi

Kohtaaminen 1 häiriötön 2 pieniä häiriöitä 3 suuria häiriöitä  
4 epäselvä

Liikennetilanne 1 vain kohtaavat pp ja auto  
2 liittymässä samanaikaisesti jalankulkija  
3 liittymässä samanaikaisesti toinen pyöräilijä  
4 liittymässä samanaikaisesti toinen moottoriajoneuvo

## POLKUPYÖRÄ

Ikäryhmä 1 &lt; 15 v 2 15-30v 3 30-50 v 4 &gt; 50 v 5 epäselvä

Sukupuoli 1 nainen 2 mies 3 epäselvä

Kypärän käyttö 1 kyllä 2 ei 3 epäselvä

Nopeus

Ryhmä 1 yksin 2 ryhmässä 3 epäselvä

Pysähtyy 1 ei 2 kyllä 3 epäselvä

Polkeminen liittymään tullessa

1 polkee 2 ei polje 3 lopettaa polkemisen  
4 aloittaa polkemisen 5 epäselvä

Huomion kohdistuminen

1 oikea 2 vasen 3 eteen 4 taakse 5 epäselvä

Ikäryhmä 1 &lt; 15 v 2 15-30v 3 30-50 v 4 &gt; 50 v 5 epäselvä

Sukupuoli 1 nainen 2 mies 3 epäselvä

Tyyppi

1 henkilöauto 2 pakettiauto 3 kuorma-auto  
4 linja-auto 5 moottoripyörä/ mopedi  
6 epäselvä/ muu

Nopeus

Pysähtyy 1 ei 2 kyllä 3 epäselvä

Pysähtyykö ennen suojatietä

1 ei 2 kyllä 3 epäselvä

Huomion kohdistuminen

1 oikea 2 vasen 3 eteen 4 taakse 5 epäselvä

|                |                                     |
|----------------|-------------------------------------|
| Tietuenro      | _____                               |
| Kohde          | _____                               |
| Suunta         | _____                               |
| Kuvaus         | 1 ennen<br>2 jälkeen                |
| Pyöräilee      | 1 yksin    2 ryhmässä    3 epäselvä |
| Tapahtuma-aika | _____                               |
| Muuta          | _____<br>_____                      |

|                |          |          |            |          |            |
|----------------|----------|----------|------------|----------|------------|
| Ikäryhmä       | 1 < 15 v | 2 15-30v | 3 30-50 v  | 4 > 50 v | 5 epäselvä |
| Sukupuoli      | 1 nainen | 2 mies   | 3 epäselvä |          |            |
| Kypärän käyttö | 1 kyllä  | 2 ei     | 3 epäselvä |          |            |

|              |       |
|--------------|-------|
| Mittausmatka | _____ |
| Mitattu aika | _____ |
| Nopeus       | _____ |

|                 |   |
|-----------------|---|
| Pysähtyy        | 1 ei<br>2 kyllä<br>3 epäselvä   |
| Liikennetilanne | 1 pyöräilijällä vapaa kulku<br>2 liittymässä samanaikaisesti jalankulkija<br>3 liittymässä samanaikaisesti pyöräilijä<br>4 liittymässä samanaikaisesti moottoriajoneuvo |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Polkeminen liittymään tullessa | 1 polkee    2 ei polje    3 lopettaa polkemisen<br>4 aloittaa polkemisen    5 epäselvä |
|--------------------------------|--|

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Huomion kohdistuminen | 1 oikea    2 vasen    3 eteen    4 taakse    5 epäselvä |
|-----------------------|---|

|        |   |
|--------|---|
| Ylitys | 1 häiriötön    2 pieniä häiriöitä    3 suuria häiriöitä<br>4 epäselvä |
|--------|---|

## YKSITTÄISET AUTOT

LIITE 3

Tietuenro \_\_\_\_\_

Kohde \_\_\_\_\_

Suunta \_\_\_\_\_

Kuvaus

1 ennen  
2 jälkeen

Tapahtuma-aika \_\_\_\_\_

Muuta \_\_\_\_\_

## MOOTTORIAJONEUVO

Ikäryhmä 1 &lt; 15 v 2 15-30v 3 30-50 v 4 &gt; 50 v 5 epäselvä

Sukupuoli 1 nainen 2 mies 3 epäselvä

Tyyppi

1 henkilöauto 2 pakettiauto 3 kuorma-auto  
4 linja-auto 5 moottoripyörä/ mopedi  
6 epäselvä/muu

Mittausmatka \_\_\_\_\_

Mitattu aika \_\_\_\_\_

Nopeus \_\_\_\_\_

Pysähtyy

1 ei 2 ennen suojatietä 3 suojatien päälle  
4 suojatien jälkeen 5 epäselvä

Liikennetilanne

1 autolla vapaa kulku  
2 liittymässä samanaikaisesti jalankulkija  
3 liittymässä samanaikaisesti pyöräilijä  
4 liittymässä samanaikaisesti toinen moottoriajoneuvo

Huomion kohdistuminen

1 oikea 2 vasen 3 eteen 4 taakse 5 epäselvä

Ylitys

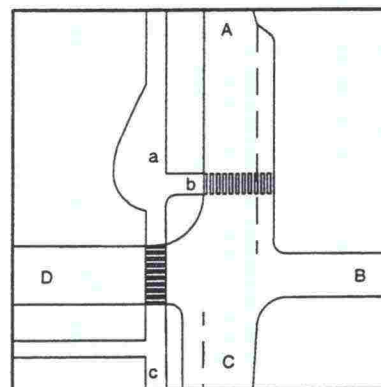
1 häiriötön 2 pieniä häiriöitä 3 suuria häiriöitä  
4 epäselvä



Liikennemäärät  
Piikkiö

LIITE 4

ha henkilöauto  
pa pakettiauto  
la linja-auto  
ka kuorma-auto  
tr traktori  
mp moottoripyörä  
mopo mopedi  
pp pyöräilijä  
pp/l pyöräilevä pikkulapsi  
jk jalankulkija  
jk/lv jalankulkija ja lastenvaunut



Moottoriajoneuvoliikenne

| suonttolaajien edvot |         |    |    |    |    |      |         |         |    |    |    |    |      |      |      | YHT |
|----------------------|---------|----|----|----|----|------|---------|---------|----|----|----|----|------|------|------|-----|
|                      | ennen   |    |    |    |    |      | jälkeen |         |    |    |    |    |      |      |      |     |
| suunta               | ha + pa | la | ka | tr | mp | mopo | yht.    | ha + pa | la | ka | tr | mp | mopo | yht  |      |     |
| A-B                  | 5       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 5       | 3       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 3    | 8    |     |
| A-C                  | 188     | 1  | 4  | 0  | 0  | 7    | 200     | 181     | 1  | 5  | 2  | 0  | 8    | 197  | 397  |     |
| A-D                  | 71      | 0  | 2  | 0  | 0  | 0    | 73      | 105     | 0  | 1  | 0  | 0  | 4    | 110  | 183  |     |
|                      |         |    |    |    |    |      |         |         |    |    |    |    |      |      |      |     |
| B-A                  | 1       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 1       | 0       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 1    |     |
| B-C                  | 31      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 31      | 35      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 35   | 66   |     |
| B-D                  | 22      | 0  | 1  | 0  | 2  | 0    | 25      | 23      | 0  | 1  | 0  | 1  | 1    | 26   | 51   |     |
|                      |         |    |    |    |    |      |         |         |    |    |    |    |      |      |      |     |
| C-A                  | 165     | 2  | 4  | 1  | 2  | 0    | 174     | 145     | 3  | 4  | 2  | 0  | 0    | 154  | 328  |     |
| C-B                  | 17      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 17      | 15      | 6  | 0  | 0  | 0  | 0    | 21   | 38   |     |
| C-D                  | 23      | 6  | 12 | 6  | 1  | 1    | 49      | 194     | 0  | 20 | 4  | 1  | 0    | 219  | 268  |     |
|                      |         |    |    |    |    |      |         |         |    |    |    |    |      |      |      |     |
| D-A                  | 63      | 2  | 3  | 0  | 2  | 0    | 70      | 57      | 2  | 8  | 1  | 0  | 1    | 69   | 139  |     |
| D-B                  | 10      | 0  | 0  | 0  | 1  | 0    | 11      | 7       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 7    | 18   |     |
| D-C                  | 247     | 10 | 13 | 5  | 2  | 3    | 280     | 208     | 8  | 17 | 5  | 0  | 0    | 238  | 518  |     |
|                      |         |    |    |    |    |      |         |         |    |    |    |    |      |      |      |     |
| YHT                  | 843     | 21 | 39 | 12 | 10 | 11   | 936     | 973     | 20 | 56 | 14 | 2  | 14   | 1079 | 2015 |     |

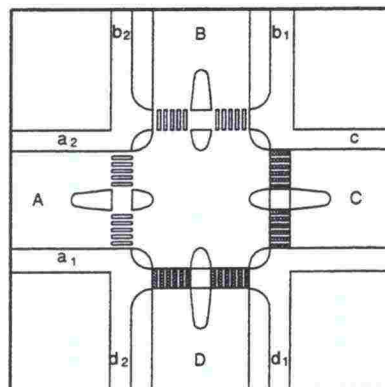
Kevyt liikenne

| suunta | ennen |      |    |       |     |      | jälkeen |      |    |       |     |      | YHT |  |
|--------|-------|------|----|-------|-----|------|---------|------|----|-------|-----|------|-----|--|
|        | pp    | pp/l | jk | jk/lv | muu | yht. | pp      | pp/l | jk | jk/lv | muu | yht. |     |  |
| a-b    | 0     | 2    | 0  | 0     | 0   | 2    | 0       | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 2   |  |
| a-c    | 109   | 2    | 10 | 3     | 1   | 125  | 100     | 4    | 15 | 1     | 0   | 120  | 245 |  |
| a-d    | 13    | 0    | 5  | 0     | 0   | 18   | 14      | 0    | 3  | 0     | 0   | 17   | 35  |  |
| a-B    | 0     | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 0       | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1   |  |
| a-D    | 1     | 0    | 7  | 0     | 0   | 8    | 0       | 0    | 23 | 0     | 0   | 23   | 31  |  |
| A-B    | 0     | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 0       | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1   |  |
| A-D    | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 0       | 0    | 2  | 0     | 0   | 2    | 2   |  |
| B-a    | 1     | 0    | 1  | 0     | 0   | 2    | 2       | 0    | 0  | 1     | 0   | 3    | 5   |  |
| B-c    | 2     | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 2       | 0    | 1  | 0     | 0   | 3    | 5   |  |
| B-d    | 2     | 0    | 1  | 0     | 0   | 3    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 4   |  |
| B-A    | 0     | 0    | 2  | 0     | 0   | 2    | 0       | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 3   |  |
| B-C    | 1     | 0    | 2  | 0     | 0   | 3    | 0       | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 4   |  |
| B-D    | 0     | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 0       | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 2   |  |
| c-a    | 30    | 4    | 10 | 1     | 1   | 46   | 30      | 4    | 7  | 2     | 0   | 43   | 89  |  |
| c-d    | 17    | 0    | 0  | 0     | 0   | 17   | 4       | 0    | 0  | 0     | 0   | 4    | 21  |  |
| C-B    | 1     | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 2   |  |
| d-a    | 2     | 0    | 1  | 1     | 0   | 4    | 2       | 0    | 5  | 0     | 0   | 7    | 11  |  |
| d-c    | 2     | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 4       | 0    | 0  | 0     | 0   | 4    | 6   |  |
| d-B    | 1     | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 0       | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 2   |  |
| D-A    | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 0       | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 1   |  |
| D-c    | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1   |  |
| YHT.   | 182   | 8    | 42 | 5     | 2   | 239  | 161     | 8    | 61 | 4     | 0   | 234  | 473 |  |

# Liikennemäärät Halikko

ha henkilöauto  
pa pakettiauto  
la linja-auto  
ka kuorma-auto  
tr traktori  
mp moottoripyörä  
mopo mopedi  
pp pyöräilijä  
pp/l pyöräilevä pikkulapsi  
jk jalankulkija  
jk/lv jalankulkija ja lastenvaunut

## LIITE 5



### Moottoriajoneuvoliikenne

|        | ennen   |    |     |    |    |      | jälkeen |         |    |     |    |    |      |      |      |  | YHT |
|--------|---------|----|-----|----|----|------|---------|---------|----|-----|----|----|------|------|------|--|-----|
| suunta | ha + pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht.    | ha + pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht  |      |  |     |
| A-B    | 285     | 0  | 8   | 1  | 1  | 2    | 297     | 157     | 1  | 2   | 2  | 0  | 2    | 164  | 461  |  |     |
| A-C    | 152     | 0  | 4   | 2  | 1  | 10   | 169     | 77      | 0  | 0   | 0  | 1  | 7    | 85   | 254  |  |     |
| A-D    | 605     | 4  | 20  | 0  | 3  | 9    | 641     | 346     | 3  | 14  | 0  | 2  | 2    | 367  | 1008 |  |     |
|        |         |    |     |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |      |  |     |
| B-A    | 241     | 0  | 3   | 1  | 3  | 1    | 249     | 163     | 0  | 3   | 2  | 2  | 1    | 171  | 420  |  |     |
| B-C    | 144     | 10 | 3   | 0  | 1  | 3    | 161     | 101     | 8  | 0   | 0  | 1  | 4    | 114  | 275  |  |     |
| B-D    | 924     | 14 | 55  | 3  | 16 | 8    | 1020    | 628     | 9  | 48  | 2  | 4  | 1    | 692  | 1712 |  |     |
|        |         |    |     |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |      |  |     |
| C-A    | 156     | 0  | 4   | 1  | 3  | 18   | 182     | 76      | 0  | 1   | 0  | 0  | 13   | 90   | 272  |  |     |
| C-B    | 179     | 10 | 2   | 1  | 2  | 5    | 199     | 121     | 7  | 1   | 0  | 1  | 2    | 132  | 331  |  |     |
| C-D    | 93      | 1  | 2   | 0  | 0  | 9    | 105     | 56      | 1  | 2   | 0  | 2  | 1    | 62   | 167  |  |     |
|        |         |    |     |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |      |  |     |
| D-A    | 577     | 5  | 22  | 2  | 4  | 6    | 616     | 318     | 3  | 24  | 1  | 0  | 1    | 347  | 963  |  |     |
| D-B    | 1070    | 10 | 54  | 0  | 10 | 12   | 1156    | 668     | 9  | 56  | 4  | 5  | 7    | 749  | 1905 |  |     |
| D-C    | 115     | 0  | 2   | 0  | 0  | 3    | 120     | 69      | 0  | 0   | 0  | 1  | 0    | 70   | 190  |  |     |
|        |         |    |     |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |      |  |     |
| YHT    | 4541    | 54 | 179 | 11 | 44 | 86   | 4915    | 2780    | 41 | 151 | 11 | 19 | 41   | 3043 | 7958 |  |     |

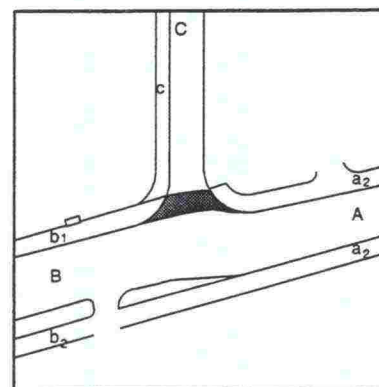
### Kevyt liikenne

| suunta | ennen |      |     |       |     |      | jälkeen |      |     |       |     |      | YHT  |
|--------|-------|------|-----|-------|-----|------|---------|------|-----|-------|-----|------|------|
|        | pp    | pp/l | jk  | jk/lv | muu | yht. | pp      | pp/l | jk  | jk/lv | muu | yht. |      |
| a1-b1  | 0     | 0    | 0   | 0     |     | 0    | 0       | 0    | 1   | 0     | 0   | 1    | 1    |
| a1-C   | 81    | 1    | 59  | 2     | 3   | 146  | 35      | 0    | 31  | 2     | 1   | 69   | 215  |
| a1-d1  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 22      | 0    | 7   | 0     | 0   | 29   | 29   |
| a1-d2  | 38    | 1    | 9   | 3     | 0   | 51   | 33      | 0    | 4   | 0     | 1   | 38   | 89   |
| a2-b1  | 1     | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 8       | 0    | 15  | 0     | 2   | 25   | 26   |
| a2-c   | 25    | 0    | 64  | 2     | 0   | 91   | 5       | 0    | 6   | 0     | 0   | 11   | 102  |
| a2-d1  | 7     | 0    | 0   | 0     | 0   | 7    | 7       | 0    | 2   | 1     | 0   | 10   | 17   |
| b1-a1  | 4     | 0    | 0   | 0     | 0   | 4    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 5    |
| b1-a2  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 10      | 0    | 24  | 0     | 0   | 34   | 34   |
| b1-c   | 9     | 0    | 0   | 0     | 0   | 9    | 2       | 0    | 5   | 0     | 0   | 7    | 16   |
| b1-d1  | 55    | 0    | 44  | 3     | 0   | 102  | 42      | 0    | 19  | 3     | 0   | 64   | 166  |
| b1-d2  | 4     | 0    | 0   | 0     | 0   | 4    | 4       | 0    | 1   | 0     | 0   | 5    | 9    |
| b2-d1  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 1    |
| c-a1   | 83    | 1    | 37  | 1     | 1   | 123  | 33      | 0    | 23  | 0     | 0   | 56   | 179  |
| c-a2   | 37    | 0    | 39  | 5     | 0   | 81   | 10      | 0    | 9   | 0     | 0   | 19   | 100  |
| c-b1   | 2     | 0    | 0   | 0     | 0   | 2    | 16      | 0    | 4   | 1     | 1   | 22   | 24   |
| c-d1   | 11    | 0    | 0   | 0     | 0   | 11   | 1       | 0    | 1   | 0     | 0   | 2    | 13   |
| c-d2   | 1     | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 7       | 0    | 1   | 0     | 0   | 8    | 9    |
| d1-a1  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 0       | 0    | 0   | 0     | 1   | 1    | 1    |
| d1-a2  | 4     | 0    | 0   | 0     | 0   | 4    | 1       | 0    | 9   | 1     | 0   | 11   | 15   |
| d1-b1  | 88    | 0    | 23  | 1     | 0   | 112  | 54      | 0    | 27  | 1     | 0   | 82   | 194  |
| d1-c   | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 2       | 0    | 0   | 0     | 0   | 2    | 2    |
| d1-d2  | 1     | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 0       | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1    |
| d2-a1  | 70    | 1    | 10  | 2     | 2   | 85   | 24      | 0    | 3   | 1     | 0   | 28   | 113  |
| d2-b1  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 1    |
| d2-c   | 0     | 0    | 3   | 0     | 0   | 3    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 4    |
| YHT.   | 521   | 4    | 288 | 19    | 6   | 838  | 320     | 0    | 192 | 10    | 6   | 528  | 1366 |

# Liikennemäärät Ylöjärvi

## LIITE 6

ha henkilöauto  
pa pakettiauto  
la linja-auto  
ka kuorma-auto  
tr traktori  
mp moottoripyörä  
mopo mopedi  
pp pyöräilijä  
pp/l pyöräilevä pikkulapsi  
jk jalankulkija  
jk/lv jalankulkija ja lastenvaunut



### Moottoriajoneuvoliikenne

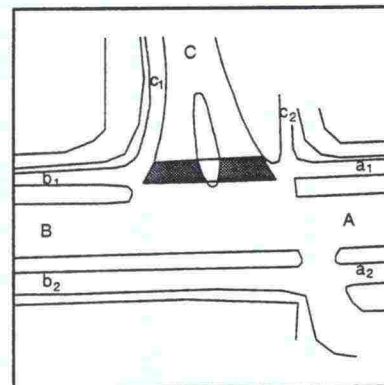
|        | ennen   |    |     |    |    |      | jälkeen |         |    |     |    |    |      |      |      |  | YHT |
|--------|---------|----|-----|----|----|------|---------|---------|----|-----|----|----|------|------|------|--|-----|
| suunta | ha + pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht.    | ha + pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht  |      |  |     |
| A-B    | 1066    | 8  | 107 | 4  | 7  | 7    | 1199    | 1175    | 11 | 87  | 4  | 5  | 8    | 1290 | 2489 |  |     |
| A-C    | 72      | 0  | 1   | 2  | 0  | 1    | 76      | 109     | 4  | 5   | 0  | 0  | 2    | 120  | 196  |  |     |
| B-A    | 1193    | 7  | 117 | 4  | 13 | 6    | 1340    | 1352    | 10 | 92  | 3  | 5  | 10   | 1472 | 2812 |  |     |
| B-C    | 18      | 0  | 0   | 0  | 0  | 1    | 19      | 37      | 2  | 1   |    |    |      | 40   | 59   |  |     |
| C-A    | 68      | 0  | 0   | 1  | 0  | 1    | 70      | 111     | 7  | 4   | 0  | 1  | 1    | 124  | 194  |  |     |
| C-B    | 30      | 0  | 1   | 0  | 0  | 4    | 35      | 51      | 1  | 3   | 1  | 0  | 1    | 57   | 92   |  |     |
| YHT    | 2447    | 15 | 226 | 11 | 20 | 20   | 2739    | 2835    | 35 | 192 | 8  | 11 | 22   | 3103 | 5842 |  |     |

### Kevyt liikenne

| suunta | ennen |      |     |       |     |      | jälkeen |      |     |       |     |      | YHT |  |
|--------|-------|------|-----|-------|-----|------|---------|------|-----|-------|-----|------|-----|--|
|        | pp    | pp/l | jk  | jk/lv | muu | yht. | pp      | pp/l | jk  | jk/lv | muu | yht. |     |  |
| a1-b1  | 97    | 0    | 17  | 1     | 1   | 116  | 105     | 0    | 38  | 1     | 1   | 145  | 261 |  |
| a1-b2  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 4       | 0    | 0   | 0     | 0   | 4    | 4   |  |
| a1-c   | 7     | 0    | 9   | 0     | 0   | 16   | 14      | 0    | 4   | 2     | 0   | 20   | 36  |  |
| a2-b1  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 2       | 0    | 1   | 0     | 0   | 3    | 3   |  |
| a2-b2  | 36    | 2    | 26  | 2     | 2   | 68   | 15      | 0    | 25  | 2     | 0   | 42   | 110 |  |
| a2-c   | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 3   | 0     | 0   | 4    | 4   |  |
| A-b2   | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 0       | 0    | 1   | 0     | 0   | 1    | 1   |  |
| A-B    | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 1   |  |
| b1-a1  | 73    | 2    | 20  | 2     | 2   | 99   | 88      | 0    | 33  | 3     | 1   | 125  | 224 |  |
| b1-a2  | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 6   | 0     | 0   | 7    | 7   |  |
| b1-b2  | 1     | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 2   |  |
| b1-c   | 13    | 0    | 6   | 0     | 0   | 19   | 29      | 0    | 4   | 0     | 0   | 33   | 52  |  |
| b2-a1  | 1     | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 3       | 0    | 0   | 0     | 0   | 3    | 4   |  |
| b2-a2  | 27    | 1    | 15  | 2     | 2   | 47   | 28      | 0    | 8   | 0     | 4   | 40   | 87  |  |
| b2-c   | 5     | 0    | 2   | 0     | 0   | 7    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 8   |  |
| B-a2   | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 1   |  |
| B-A    | 2     | 0    | 0   | 0     | 0   | 2    | 4       | 0    | 0   | 0     | 0   | 4    | 6   |  |
| c-a1   | 6     | 0    | 8   | 0     | 0   | 14   | 12      | 0    | 12  | 0     | 1   | 25   | 39  |  |
| c-a2   | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 2       | 0    | 7   | 0     | 0   | 9    | 9   |  |
| c-b1   | 18    | 0    | 8   | 0     | 0   | 26   | 28      | 0    | 26  | 0     | 0   | 54   | 80  |  |
| c-b2   | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 9       | 0    | 3   | 0     | 0   | 12   | 12  |  |
| YHT.   | 286   | 5    | 111 | 7     | 7   | 416  | 349     | 0    | 171 | 8     | 7   | 535  | 951 |  |



ha henkilöauto  
pa pakettiauto  
la linja-auto  
ka kuorma-auto  
tr traktori  
mp moottoripyörä  
mopo mopedi  
pp pyöräilijä  
pp/l pyöräilevä pikkulapsi  
jk jalankulkija  
jk/lv jalankulkija ja lastenvaunut



Moottoriajoneuvoliikenne

|        | ennen   |    |     |    |    |      |      | jälkeen |    |     |    |    |      |      | YHT  |
|--------|---------|----|-----|----|----|------|------|---------|----|-----|----|----|------|------|------|
| suunta | ha + pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht. | ha + pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht. |      |
| A-B    | 1413    | 15 | 43  | 4  | 13 | 16   | 1504 | 969     | 13 | 42  | 2  | 7  | 36   | 1069 | 2573 |
| A-C    | 69      | 0  | 19  | 5  | 1  | 2    | 96   | 100     | 1  | 14  | 11 | 1  | 3    | 130  | 226  |
| B-A    | 1397    | 16 | 48  | 4  | 12 | 19   | 1496 | 1023    | 18 | 49  | 2  | 8  | 21   | 1121 | 2617 |
| B-C    | 43      | 0  | 12  | 0  | 0  | 4    | 59   | 48      | 0  | 3   | 1  | 1  | 0    | 53   | 112  |
| C-A    | 89      | 1  | 21  | 5  | 2  | 1    | 119  | 94      | 1  | 17  | 9  | 2  | 0    | 123  | 242  |
| C-B    | 57      | 0  | 3   | 0  | 0  | 1    | 61   | 46      | 0  | 3   | 0  | 0  | 3    | 52   | 113  |
| YHT.   | 3068    | 32 | 146 | 18 | 28 | 43   | 3335 | 2280    | 33 | 128 | 25 | 19 | 63   | 2548 | 5883 |

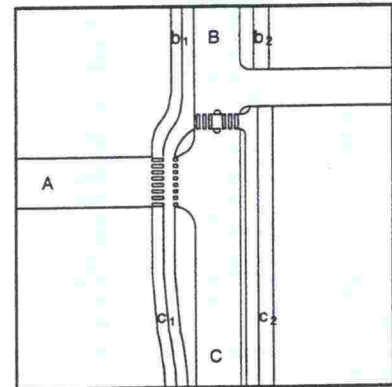
Kevyt liikenne

|        | ennen |      |    |       |     |      | jälkeen |      |    |       |     |      | YHT  |
|--------|-------|------|----|-------|-----|------|---------|------|----|-------|-----|------|------|
| suunta | pp    | pp/l | jk | jk/lv | muu | yht. | pp      | pp/l | jk | jk/lv | muu | yht. |      |
| a1-b1  | 126   | 0    | 40 | 1     | 1   | 168  | 140     | 1    | 33 | 6     | 0   | 180  | 348  |
| a1-b2  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 0       | 0    | 3  | 0     | 0   | 3    | 3    |
| a1-c1  | 2     | 0    | 0  | 1     | 0   | 3    | 6       | 0    | 0  | 0     | 0   | 6    | 9    |
| a1-c2  | 1     | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 6       | 1    | 0  | 0     | 0   | 7    | 8    |
| a2-b1  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 2       | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 2    |
| a2-b2  | 64    | 0    | 6  | 1     | 0   | 71   | 44      | 1    | 9  | 2     | 0   | 56   | 127  |
| a2-c1  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 2       | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 2    |
| b1-a1  | 95    | 1    | 38 | 5     | 1   | 140  | 76      | 0    | 17 | 4     | 3   | 100  | 240  |
| b1-a2  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 3       | 0    | 2  | 0     | 0   | 5    | 5    |
| b1-A   | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1    |
| b1-c1  | 14    | 0    | 2  | 0     | 0   | 16   | 6       | 0    | 1  | 0     | 0   | 7    | 23   |
| b1-c2  | 34    | 0    | 0  | 0     | 0   | 34   | 35      | 2    | 6  | 0     | 0   | 43   | 77   |
| b2-a1  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 5       | 1    | 5  | 2     | 1   | 14   | 14   |
| b2-a2  | 85    | 0    | 10 | 1     | 0   | 96   | 60      | 3    | 6  | 1     | 0   | 70   | 166  |
| b2-c1  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1    |
| b2-c2  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 2       | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 2    |
| B-a1   | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1    |
| B-A    | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1    |
| c1-a1  | 1     | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 4       | 0    | 0  | 0     | 0   | 4    | 5    |
| c1-b1  | 14    | 0    | 1  | 0     | 0   | 15   | 35      | 0    | 5  | 0     | 0   | 40   | 55   |
| c1-b2  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1    |
| c2-a1  | 2     | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 3    |
| c2-a2  | 0     | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 4       | 0    | 0  | 0     | 0   | 4    | 4    |
| c2-b1  | 30    | 0    | 0  | 0     | 0   | 30   | 17      | 0    | 7  | 0     | 0   | 24   | 54   |
| YHT    | 468   | 1    | 97 | 9     | 2   | 577  | 453     | 9    | 94 | 15    | 4   | 575  | 1152 |

Liikennemäärät  
Lempäälä

LIITE 8

ha henkilöauto  
pa pakettiauto  
la linja-auto  
ka kuorma-auto  
tr traktori  
mp moottoripyörä  
mopo mopedi  
pp pyöräilijä  
pp/l pyöräilevä pikkulapsi  
jk jalankulkija  
jk/lv jalankulkija ja  
lastenvaunut



Moottoriajoneuvoliikenne

|        | ennen   |    |    |    |    |      | jälkeen |         |    |     |    |    |      |      |  | YHT  |
|--------|---------|----|----|----|----|------|---------|---------|----|-----|----|----|------|------|--|------|
| suunta | ha + pa | la | ka | tr | mp | mopo | yht.    | ha + pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht  |  |      |
|        |         |    |    |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |  |      |
| A-B    | 25      | 0  | 1  | 0  | 0  | 3    | 29      | 28      | 0  | 0   | 0  | 0  | 1    | 29   |  | 58   |
| A-C    | 13      | 0  | 0  | 0  | 0  | 1    | 14      | 16      | 0  | 0   | 0  | 0  | 1    | 17   |  | 31   |
|        |         |    |    |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |  |      |
| B-A    | 29      | 0  | 0  | 0  | 0  | 4    | 33      | 16      | 0  | 1   | 0  | 0  | 0    | 17   |  | 50   |
| B-C    | 1040    | 12 | 49 | 4  | 12 | 16   | 1133    | 690     | 24 | 60  | 2  | 1  | 15   | 792  |  | 1925 |
|        |         |    |    |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |  |      |
| C-A    | 12      | 0  | 1  | 0  | 1  | 0    | 14      | 12      | 0  | 0   | 0  | 0  |      | 12   |  | 26   |
| C-B    | 1114    | 16 | 33 | 1  | 16 | 12   | 1192    | 792     | 23 | 62  | 2  | 3  | 11   | 893  |  | 2085 |
|        |         |    |    |    |    |      |         |         |    |     |    |    |      |      |  |      |
| YHT.   | 2233    | 28 | 84 | 5  | 29 | 36   | 2415    | 1554    | 47 | 123 | 4  | 4  | 28   | 1760 |  | 4175 |

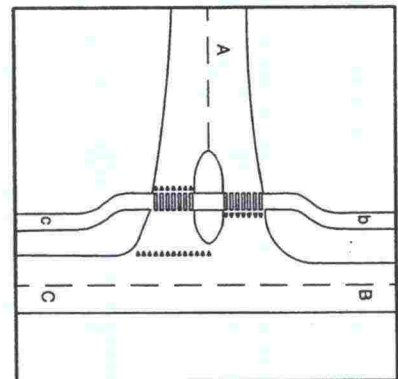
Kevyt liikenne

| suunta | ennen |      |     |       |     |      | jälkeen |      |    |       |     |      | YHT  |  |
|--------|-------|------|-----|-------|-----|------|---------|------|----|-------|-----|------|------|--|
|        | pp    | pp/l | jk  | jk/lv | muu | yht. | pp      | pp/l | jk | jk/lv | muu | yht. |      |  |
| A-b1   | 33    | 1    | 7   | 4     | 1   | 46   | 22      | 0    | 3  | 2     | 0   | 27   | 73   |  |
| A-b2   | 2     | 0    | 20  | 1     | 0   | 23   | 12      | 1    | 12 | 1     | 0   | 26   | 49   |  |
| A-B    | 2     | 0    | 2   | 0     | 0   | 4    | 0       | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 4    |  |
| A-c1   | 10    | 0    | 2   | 0     | 0   | 12   | 22      | 0    | 7  | 0     | 0   | 29   | 41   |  |
| A-c2   | 0     | 0    | 0   | 0     | 0   | 0    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 1    |  |
| b1-A   | 6     | 1    | 13  | 4     | 0   | 24   | 8       | 0    | 1  | 0     | 0   | 9    | 33   |  |
| b1-b2  | 2     | 0    | 0   | 0     | 0   | 2    | 1       | 0    | 0  | 0     | 0   | 1    | 3    |  |
| b1-c1  | 109   | 2    | 20  | 5     | 1   | 137  | 51      | 0    | 11 | 1     | 1   | 64   | 201  |  |
| b1-c2  | 1     | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 3       | 0    | 0  | 0     | 0   | 3    | 4    |  |
| b2-A   | 2     | 0    | 14  | 1     | 1   | 18   | 3       | 2    | 2  | 0     | 0   | 7    | 25   |  |
| b2-b1  | 2     | 0    | 2   | 0     | 0   | 4    | 0       | 0    | 1  | 0     | 0   | 1    | 5    |  |
| b2-c1  | 3     | 0    | 7   | 0     | 1   | 11   | 2       | 0    | 4  | 0     | 0   | 6    | 17   |  |
| b2-c2  | 80    | 1    | 17  | 0     | 0   | 98   | 78      | 0    | 5  | 3     | 2   | 88   | 186  |  |
| B-C    | 1     | 0    | 0   | 0     | 0   | 1    | 0       | 0    | 0  | 0     | 0   | 0    | 1    |  |
| c1-A   | 6     | 0    | 0   | 0     | 0   | 6    | 5       | 0    | 0  | 0     | 0   | 5    | 11   |  |
| c1-b   | 83    | 1    | 20  | 4     | 0   | 108  | 89      | 0    | 27 | 6     | 1   | 123  | 231  |  |
| c1-b2  | 9     | 0    | 2   | 0     | 1   | 12   | 7       | 0    | 1  | 0     | 0   | 8    | 20   |  |
| c2-b1  | 2     | 0    | 0   | 0     | 0   | 2    | 2       | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 4    |  |
| c2-b2  | 121   | 1    | 23  | 1     | 1   | 147  | 155     | 0    | 23 | 1     | 2   | 181  | 328  |  |
| YHT    | 474   | 7    | 149 | 20    | 6   | 656  | 461     | 3    | 97 | 14    | 6   | 581  | 1237 |  |

# Liikennemäärät Kaarina

LIITE 9

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| ha    | henkilöauto                  |
| pa    | pakettiauto                  |
| la    | linja-auto                   |
| ka    | kuorma-auto                  |
| tr    | traktori                     |
| mp    | moottoripyörä                |
| mopo  | mopedi                       |
| pp    | pyöräilijä                   |
| pp/l  | pyöräilevä pikkulapsi        |
| jk    | jalankulkija                 |
| jk/lv | jalankulkija ja lastenvaunut |



## Moottoriajoneuvoliikenne

| suunta | ennen |    |     |    |    |      |      | jälkeen |    |     |    |    |      |      | YHT  |
|--------|-------|----|-----|----|----|------|------|---------|----|-----|----|----|------|------|------|
|        | ha+pa | la | ka  | tr | mp | mopo | yht. | ha+pa   | la | ka  | tr | mp | mopo | yht. |      |
| A-B    | 113   | 0  | 29  | 0  | 1  | 0    | 143  | 67      | 0  | 9   | 0  | 0  | 1    | 77   | 220  |
| A-C    | 329   | 3  | 32  | 1  | 1  | 0    | 366  | 356     | 1  | 30  | 2  | 0  | 0    | 389  | 755  |
| B-A    | 144   | 0  | 27  | 1  | 1  | 0    | 173  | 113     | 0  | 8   | 0  | 2  | 0    | 123  | 296  |
| B-C    | 669   | 1  | 44  | 1  | 7  | 4    | 726  | 814     | 0  | 48  | 0  | 7  | 12   | 881  | 1607 |
| C-A    | 341   | 0  | 32  | 0  | 6  | 1    | 380  | 302     | 1  | 39  | 0  | 2  | 0    | 344  | 724  |
| C-B    | 458   | 4  | 49  | 1  | 2  | 1    | 515  | 474     | 1  | 44  | 2  | 3  | 2    | 526  | 1041 |
| YHT    | 2054  | 8  | 213 | 4  | 18 | 6    | 2303 | 2126    | 3  | 178 | 4  | 14 | 15   | 2340 | 4643 |

## Kevyt liikenne

| suunta | ennen |      |    |       |     |      | jälkeen |      |    |       |     |      | YHT. |
|--------|-------|------|----|-------|-----|------|---------|------|----|-------|-----|------|------|
|        | pp    | pp/l | jk | jk/lv | muu | yht. | pp      | pp/l | jk | jk/lv | muu | yht. |      |
| A-c    | 2     | 0    | 0  | 0     | 0   | 2    | 2       | 0    | 4  | 0     | 0   | 6    | 8    |
| b-c    | 129   | 0    | 9  | 1     | 2   | 141  | 125     | 0    | 12 | 1     | 0   | 138  | 279  |
| c-A    | 3     | 0    | 0  | 0     | 0   | 3    | 4       | 0    | 0  | 0     | 0   | 4    | 7    |
| c-b    | 79    | 0    | 11 | 1     | 0   | 91   | 49      | 0    | 8  | 0     | 1   | 58   | 149  |
| YHT.   | 213   | 0    | 20 | 2     | 2   | 237  | 180     | 0    | 24 | 1     | 1   | 206  | 443  |



## TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 74/1995 Kunnittainen liikenne-ennuste 1995-2020. TIEL 3200350
- 75/1995 Teiden rakentamisen teknologian siirto ja innovaatiot, IV SPRINT Workshop
- 76/1995 Vt 3 väyläarkkitehtuuri. TIEL 3200351
- 77/1995 Liikenteen optimaalinen nopeus - onko sellaista? TIEL 3200352
- 78/1995 Liikennesektorin strateginen suunnittelu Suomessa. TIEL 3200353
- 79/1995 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Tieleikkausten pohjatutkimukset. TIEL 3200354
- 80/1995 Liikennejärjestelmän kehittämisen yhteiskuntataloudellinen perusta.. TIEL 3200355
- 81/1995 Bitumiemulsion murtumisajan määrittäminen. TIEL 3200356
- 82/1995 PAB-V -tutkimukset 1995. TIEL 3200357
- 83/1995 Ympäristö tiepiirin toiminnassa. TIEL 3200358
- 84/1995 Soratien tasaisuuden ja pinnan kiinteyden vaikutukset ajokustannuksiin. TIEL 3200359
- 85/1995 Valo-ohjatun liittymän välityskyky. TIEL 3200360
- 86/1995 Valtatie 4:n Järvenpää-Mäntsälä-välin muuttuvan reittiopastusjärjestelmän vaikutukset. TIEL 3200361
- 87/1995 Moottoriväylien rinnakkaistiet; Esiselvitys alemman tieverkon ominaisuuksista ja suunnitteluperiaateista moottoriväylän liikennekäytävässä. TIEL 3200362
- 88/1995 Remixer-stabilointi. TIEL 3200363
- 89/1995 Lauttapaikkojen palvelutaso. TIEL 3200364
- 90/1995 Lossin ohjausköyttä korvaavat laitteistot. TIEL 3200365
- 91/1995 Heinolan ohikulkutien seurantatutkimus. TIEL 3200366
- 92/1995 Voidaanko henkilöautoliikennettä vähentää? TIEL 3200367
- 93/1995 PTM-auton mittaaman megakorkeuden soveltuvuus päällysteen tasaisuuden arviointiin. TIEL 3200368
- 94/1995 Stabiloidun maamassan leikkauslujuuden ja CPT-kairauksen välinen riippuvuus. TIEL 3200369
- 1/1996 Muuttuvien kelivaroituserkkien vaikutus ajonopeuksiin, aikaväleihin ja kuljettajien käsityksiin. TIEL 3200370
- 2/1996 Kestävä kehitys tiensuunnittelussa. TIEL 3200371
- 3/1996 Yleisten teiden ympäristön tila - luonto. TIEL 3200372